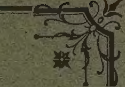
3e Série, t. XXI. — 1893. — N° 7.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE FRANCE

(CETTE SOCIÉTÉ, FONDÉE LE 17 MARS 1830, A ÉTÉ AUTORISÉE ET RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE, PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1832)

TROISIÈME SÉRIE

TOME VINGT-ET-UNIÈME

RÉUNION EXTRAORDINAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DANS LE VELAY ET LA LOZÈRE

Feuilles 32-39. — Planches XIV-XX

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1894

Le Bulletin paraît par livraisons mensuelles
Mai 1894




Le fascicule N° 6 paraîtra dans quelques jours.

AVIS

Le Secrétaire rappelle aux membres de la Société géologique les décisions suivantes, prises par le Conseil :

Les Membres de la Société doivent acquitter leur cotisation à partir du 1er janvier, s'ils veulent recevoir le Bulletin au moment de la publication. — Le Trésorier est autorisé à faire recouvrer les cotisations à domicile, par la poste, avec un supplément de 0,85 c. pour les frais d'encaissement.

Les Membres doivent adresser, d'une manière impersonnelle, tous les envois d'argent et les mandats à *Monsieur le Trésorier de la Société géologique de France* et toute la correspondance à *Monsieur le Secrétaire de la Société géologique de France.*

Les manuscrits seront conservés dans les Archives de la Société et ne seront pas communiqués aux auteurs en même temps que l'épreuve qu'on leur adressera. De plus, il ne sera envoyé qu'une seule épreuve aux auteurs.

Il ne doit être publié dans le Bulletin ou le Compte-Rendu aucun nom d'espèce ou de genre nouveau dont l'auteur n'a pas fourni une description accompagnée de figure.

Le nom spécifique de tout fossile cité doit être suivi du nom de l'auteur qui a fait l'espèce.

Les demandes de tirages à part doivent être adressées directement au Secrétaire de la Société qui se charge, dans ce cas, de veiller à leur exécution.

Les Comptes Rendus des séances paraissent dans les quinze jours qui suivent la séance et ne sont pas réimprimés dans le Bulletin.

Les différents fascicules du Bulletin renferment seulement les Notes et Mémoires envoyés par les auteurs et acceptés par la Commission du Bulletin ; dans la composition de ces fascicules il n'est tenu aucun compte des dates des séances de la Société, les mémoires étant imprimés à la suite, en tenant compte seulement de la date du dépôt des manuscrits au secrétariat.

Pour chaque mémoire, une note infrapaginale indique la date de la communication, la date du dépôt du manuscrit et la date du bon de correction donné par l'auteur.

La date du bon à tirer de chaque feuille est inscrite au bas de la première page de la feuille.

Le Secrétaire prie les auteurs de vouloir bien, dans leurs manuscrits :

Souligner les noms d'espèces ;

Mettre une majuscule à tous les noms de terrains et d'étages employés comme substantifs et à tous les noms de groupes zoologiques et botaniques ;

Ecrire avec beaucoup de soin, surtout dans les notes destinées au Compte-Rendu, les noms d'auteurs, de localités et de fossiles.

Séparer les figures du texte pour en faciliter la reproduction par le dessinateur.

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

RÉUNION EXTRAORDINAIRE

DANS

LE VELAY ET LA LOZÈRE

du Jeudi 14 Septembre au Dimanche 24 Septembre 1893.

Les membres de la Société qui ont pris part à la réunion sont :

MM. Adan de Yarza.
Bertrand (Marcel).
Bertrand (Léon).
Boule.
Bourgery.
Carrière.
Cayeux.
Chaignon (de).
Chibret.
Delebecque.
Depéret.
Dreyfus.
Durand.
Fabre.
Ficher.
Flournoy.
Gosselet.
Gillet-Paris.
Gouverneur.
Haug.

MM. Hovelacque.
Jackson.
Kilian.
Léenhardt.
Margerie (de).
Michel-Lévy.
Mouret.
Pellat.
Raveneau.
Reymond.
Riche.
Tabuteau.
Tardy.
Termier.
Thiéry.
Vernière.
Vidal de Lablache.
Voisin.
Watteville.

Un certain nombre de personnes étrangères à la Société ont suivi une ou plusieurs excursions. Ce sont :

MM. Bernard.
Boudon.
Bonhomme.
Boulay (abbé).
Boyer.
Delcros.
Faure.
Girollet.
Gueyffier.
Guibert.
Hedde.

MM. Jouve.
Michel.
Michel-Lévy (A).
Michel-Lévy (H).
Nassel.
Offret.
Pagès (abbé).
Pons.
Terra.
Vassel.
Queney.

LISTE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS GÉOLOGIQUES

RELATIVES AUX RÉGIONS VISITÉES

1° VELAY (1)

1778. Faujas de Saint-Fond. — Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay, avec un discours sur les volcans brûlants, les mémoires analytiques sur les schorls, etc. Grenoble et Paris, 1778, in-f°.

1780. Soulavie (L'abbé Giraud). — Histoire naturelle de la France méridionale, Paris, 1780-1784, 7 vol. in-8. Une partie de cet ouvrage a été imprimée à part, en 1781, sous le titre : *Chronologie physique des éruptions des volcans éteints de la France méridionale.*

1796. Dolomieu. — Rapport fait à l'Institut national par le citoyen Dolomieu, ingénieur des mines, sur ses voyages de l'an V et de l'an VI. (*Journal des Mines,* n°s 41 et 42, pluviôse et ventôse, an IV).

1811. Vital-Bertrand. — Essai sur l'histoire naturelle et l'agriculture de l'arrondissement du Puy, in-8 de 174 pages.

1823. Bertrand-Roux. — Description géognostique des environs du Puy-en-Velay et particulièrement du bassin au milieu duquel cette ville est située. In-8 de 240 p. avec une carte coloriée et 2 planches.

1824. Deribier (de Cheissac). — Statistique du département de la Haute-Loire, in-8 de 527 pages.

1825 Poulett Scrope. — Considerations on Volcanoes, 1 vol. in-8.

1828. Bertrand de Doue. — Mémoire sur les ossements fossiles de Saint-Privat et sur le terrain basaltique où ils ont été découverts. (*An. de la Société d'agric. du Puy*, 1828, p. 194, avec 3 pl.).

1829. Robert (Félix). — Mémoire sur les ossements fossiles des environs de Cussac, commune de Polignac (Haute-Loire). *Id.*, p. 68, avec 4 planches.

1830. Dufrénoy. — Sur la relation des terrains tertiaires et des terrains volcaniques de l'Auvergne. (*Ann. des Mines*, t. VII, avec 2 pl.).

1833. Amédée Burat. — Description des terrains volcaniques de la France centrale, in-8, 342 p., 10 pl.

1834. Aymard (G.). — Lettre à la Société géologique sur le terrain gypseux du Puy. (*Bull. Soc. géol. de France*, 1re s., t. VI, p. 236).

1836. Robert (Félix). — Mémoire géologique sur le bassin du Puy. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, 1835-1836, p. 53).

1843. Raulin. — Sur la disposition des terrains tertiaires des plaines de l'Allier et de la Loire au-dessus du confluent de ces deux rivières (*Bull. Soc. géol.*, 1re série, t. XIV, p. 577).

1844. Pissis. — Observations sur le relief et les limites des terrains tertiaires du bassin de l'Allier (*B. S. G. F.*, 2e série, t. 1, p. 46). — Cette communication fut le point de départ d'une discussion qui revint à plusieurs séances de la Société et à laquelle prirent part Constant Prévost, Pissis, Raulin, etc. (*Bull.*, p. 52, 117, 145, 177, 217).

(1) On trouvera une bibliographie beaucoup plus complète dans la *Description géologique du Velay*, par M. M. Boule. (*Bull. du Service de la Carte géolog.*, 1892).

1845. AYMARD. — Note sur une découverte de fossiles humains provenant de la montagne volcanique de Denise (Haute-Loire). (*B. S. G. F.*, 2e série, t. II, p. 107).

1848. AYMARD. — Des fossiles humains trouvés sur la montagne volcanique de Denise, près le Puy, des ossements de mammifères signalés dans divers dépôts de la Haute-Loire et de l'époque probable de leur enfouissement. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. V).

1853. AYMARD. — Aperçu descriptif sur le gisement de Sainzelle et détermination des espèces fossiles qu'il renferme. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XVIII. p. 51).

1854. POMEL. — Catalogue des Vertébrés fossiles découverts dans les bassins de la Loire supérieure et de l'Allier. Broch. in-8 de 193 p.

1854. DORLHAC et AYMARD. — Notice géologique sur le cratère du Coupet et sur son gisement de gemmes et d'ossements fossiles. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XIX, p. 597, avec 1 planche).

1856. AYMARD. — La paléontologie de la Haute-Loire offre-t-elle, pour certaines époques, des caractères qui la particularisent ? (*Congrès scient. de France*, 22e session, p. 261).

1856. BERTRAND DE LOM. — Communication sur le gisement de gemmes du Coupet. (*Id.* p. 335).

1856. AYMARD, CROIZET, PICHOT, ROBERT, etc. — Discussion sur l'homme fossile de Denise. (*Id.*, p. 277-313).

1856. AYMARD. — Sur les gypses du bassin du Puy. (*Id.*, p. 244).

1864. POULETT SCROPE. — Les Volcans, 1 vol. in-8. L'édition anglaise, parue en 1862, est la 2e édition du travail paru en 1825 sous le titre : *Considerations on Volcanoes*.

1865. PASCAL (L.) —Etude géologique du Velay, 1 vol. in-8, 420 p. et 1 carte.

1865. D'ARCHIAC. — Leçons sur la faune quaternaire professées au Muséum d'histoire naturelle, 1 vol. in-8.

1866. POULETT-SCROPE. — Géologie et volcans éteints du centre de la France (trad. Vimont), 1 vol. in-8 avec pl.

1867. VINAY (H.). — Découverte de coquilles marines fossiles dans un gisement de sable et galets à l'Herm, près Le Monastier (Haute-Loire). (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XXVIII, p. 341).

1869. COMPTE RENDU de la Réunion extraordinaire de la Société géologique de France au Puy. — Notes d'AYMARD, TOURNOÜER, LECOCQ, LORY, GRÜNER, DELANOUE, et de MM. Albert GAUDRY, DE SAPORTA, MARION, Louis LARTET, etc. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).

1870. TOURNAIRE. — Note sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. (*Id.*, p. 1106).

1872. MARION (A.F.). — Description des plantes fossiles des calcaires marneux de Ronzon (Haute-Loire). (*Ann. des Sciences naturelles*, 5e série, t. XIV).

1873. SAPORTA (DE). — Sur les caractères propres à la végétation pliocène. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. I).

1874. EMMONS (A.-B). — On Some phonolite from Velay and the Westerwald. Thèse in-8, Leipzig.

1878. SAPORTA (DE). — Essai descriptif sur les plantes fossiles des arkoses de Brives près le Puy-en-Velay. (*Ann. Soc. agric. du Puy*, t. XXXIII).

1882. TOURNAIRE. — Carte géologique du département de la Haute-Loire au 1/80.000^e^. 4 feuilles et une pl. de coupes.

1882. Filhol (H.). — Étude des mammifères fossiles de Ronzon (Haute-Loire). (*Biblioth. de l'Ecole des Hautes-Etudes, section des Sciences naturelles*, vol. XXIV).

1882. Fouqué. — Carte géolog. détaillée de la France au 1/80.000^e. Feuille de Brioude.

1882. Torcapel. — Le plateau des Coirons (Ardèche) et ses alluvions sous-basaltiques. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. X, p. 406).

1886. Julien (A). — Brèches volcaniques et moraines dans la France centrale. (*Annuaire du Club alpin français*, 1886).

1887. Boulay (L'abbé). — Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche). (*Bull. de la Soc. botan. de France*, t. XXXIV, p. 227).

1887. Termier. — Sur les éruptions de la région du Mézenc, vers les confins de la Haute-Loire et de l'Ardèche. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 5 décembre 1887).

1888. Aymard. — Le Préhistorique dans la Haute-Loire. (*Mém. Soc. agric. et scientif.* de *la Haute-Loire*, t. V, p. 147).

1889. Boule (M.). — Constitution géologique des environs du Puy. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII, p. 270).

1889. Boule (M.). — Les prédécesseurs de nos Canidés. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 28 janvier 1889).

1889. Boule (M.). — Succession des éruptions volcaniques du Velay. (*Comptes rendus sommaires des séances de la Soc. géolog.*, 2 décembre 1889, n° 3).

1890. Termier. — Sur les séries d'éruptions du Mézenc et du Mégal et sur l'existence de l'œgyrine dans les phonolites du Velay. (*Comptes rendus Acad. des Sc.*, 31 mars 1890).

1890. Lacroix (A.). — Sur les enclaves acides des roches volcaniques de l'Auvergne. (*Bull. des services de la carte géologique*, n° 11).

1890. Boule (M.). — Communication à la réunion des Sociétés savantes sur l'âge du creusement de la haute vallée de la Loire. (*Journal officiel*, 30 mai 1890).

1890. Lacroix (A.). — Sur l'existence d'une roche à diaspore dans la Haute-Loire. (*Bull. de la Soc. franç. de Minér.*, t. XIII).

1890. Lacroix (A). — Sur l'origine du zircon et du corindon de la Haute-Loire. *Idem.*

1890. Lacroix (A.). — Sur l'existence de la lovénite dans les phonolites néphéliniques de la Haute-Loire. *Idem.*

1890. Termier (P). — Les éruptions du Velay. I. Roches éruptives du Meygal. II. Argiles métamorphosées par le phonolite à Saint-Pierre-Eynac. (*Bull. des services de la carte géolog.*, n° 13, juin 1890).

1890. Boule (M.). — Les éruptions basaltiques de la vallée de l'Allier. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, 7 juillet 1890).

1890. Daubrée. — Expériences sur les actions mécaniques exercées sur les roches par des gaz à hautes températures, doués de très fortes pressions et animés de mouvements très rapides. (*Comptes rendus Acad. des Sciences*, nov. et déc. 1890 et 7 janvier 1891 et *B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX).

1891. Michel Lévy. — Situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII, p. 688).

1891. Boule (M.). — Observations sur les tufs et brèches basaltiques de l'Auvergne et du Velay. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVIII, p. 924.)

1891. Boule (M.). — Sur la limite entre le Pliocène et le Quaternaire. (*Idem*, p. 145).

1891. Boule (M.). — Note sur l'âge des basaltes du Velay. (*Idem*, p. 947).

1892. Boule (M.). — Les gneiss amphiboliques et les serpentines de la haute vallée de l'Allier. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XIX, p. 966).

1892. Boule (M.). — Description géologique du Velay, 1 vol. de 260 pages avec 70 figures et 11 planches. (*Bull. du Service de la Carte géol. détaillée de la France*, n° 28).

1892. Boule (M.). — Découverte d'un squelette complet d'*Elephas meridionalis* à Senèze (Haute-Loire). (*Comptes rendus Acad. des Sciences*).

1893. Boule (M.). Description de l'*Hyæna brevirostris* du Pliocène de Sainzelles, près le Puy (Haute-Loire). (*Annales des Sc. natur. Zoologie*, t. XV).

1893. Termier (P.). et Boule (M.). — Carte géologique détaillée de la France au 1/80.000. Feuille du Puy.

1893. Lacroix (A.). — Les enclaves des roches volcaniques Vol. in-8 de 710 p., avec fig. et pl.

2° LOZÈRE

1785. Gensanne. — Histoite naturelle de la Province de Languedoc. Vol. II.

1806. Dolomieu. — Mines de Villefort et de Vialas. (*Journal des Mines*, t. VIII).

1823. Marrot. — Richesse minérale du département de la Lozère. (*Annales des Mines*, 1re série, t. VIII).

1824. Marrot et Levallois. — Usines de Vialas et de Villefort. (*Annales des Mines*, 1se série. t. IX).

1836. De Christol. — Observations géologiques sur les Cévennes. (*B. S. G. F.*, 1re série, t. VII).

1837. De Malbos. — Observations géologiques sur les montagnes du Vivarais. (*B. S. G. F.*, 1re série, t. X).

1840. Dufrénoy. — Mémoire sur les terrains anciens du centre de la France. (*B. S. G. F.*, 1re série, t. XI).

1846. E. Dumas. — Constitution géologique de la région cévennique. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. III).

1848. Dufrénoy et E. de Beaumont. — Explication de la carte géologique de France, (t. II, chap. IX).

1854. Kœchlin-Schlumberger. — Coupe géol. des environs de Mende. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XI).

1854. Lan. — Gîtes métallifères de la Lozère. (*Annales des Mines*, 5e série, tome VI).

1857. Junius Castelnau. — Notes et souvenirs de voyage. Vol. I.

1857. D'Archiac. — Histoire des Progrès de la géologie, t. VII.

1859. Hébert. — Note sur la limite inférieure du lias. (*B. S. G. F.*, t. XVI).

1860 Dorlhac. — Esquisse géol. du département de la Lozère. (*Bull. Soc. Agriculture Lozère*, 1860, p. 375).

1868. Jaubert. — Formation jurassique du versant nord du Mont Lozère. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).

1868. Ch. Martins. — Ancien glacier quaternaire de la vallée de Palhères. (*Comptes rendus Acad. des Sc.*).

1869. Hébert. — Observations sur les couches de l'Infralias du midi de la France. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).
1869. Malafosse (G. de). — Grès de l'Infralias. (*Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, t. IV, p. 11.
1869. Tardy. — Note sur le Vivarais (*B. S. G. F.* 2e série t. XXVI, p. 912.
1869. Dieulafait. — Zone à Avicula Contorta. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVI).
1870. G. Fabre. — Failles et fentes à bauxite dans les environs de Mende. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXVII).
1871. Parran. — Essai de classification stratigraphique des terrains du Gard. (*Bull. Soc. Sc. d'Alais*, tome I).
1872. G. Fabre. — Extension des terrains jurassiques sur les hauts plateaux. (*B. S. G. F.*, 2e série, t. XXIX).
1872. Ebray. — Jurassique du Mas de l'Air (*B. S. G. F.* 3e série t. I, p. 33).
1872. G. de Malafosse. — Recherches sur le lias de Marvejols. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. VI).
1873. G. Fabre. — Age du soulèvement du Mont Lozère. (*Comptes rendus Ac. des Sciences*, 7 avril).
1873. G. Fabre. — Submersion du Mont Lozère à l'époque jurassique (*B. S. G. F.*, 3e série, t. I).
1873. Bioche et Malafosse. — Sur l'*Am. subfascicularis* des Causses, (*Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, t. VII).
1873. G. Fabre. — Schistes à posidonies de la Lozère. (*Revue des Sc. naturelles de Montpellier*) (7 Août).
1873. G. Fabre. — Grand glacier quaternaire dans les montagnes d'Aubrac. (*Comptes rendus Ac. des Sc.*) (8 Août).
1875. G. Fabre. — Observations sur le territoire de Saint-Chely-du-Tarn. (*Bull. Soc. Agric. de Mende*, t. XXVI).
1875. G. Fabre. — Terrain sidérolithique de la Lozère. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. III).
1875. G. Fabre. — Carte géologique et minéralogique du canton de Mende. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. III).
1877. G. Fabre. — Constitution des régions schisteuses du Gévaudan. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. V).
1877. G. Fabre. — Origine géologique des gorges du Tarn. (*Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, t. XI).
1877. G. Fabre. — Age du soulèvement de la Margeride. (*Comptes rendus Ac. des Sciences*).
1878. G. Fabre. — Notice sur la carte géol. du Gévaudan à 1/20,000e. (*Expos. univ. Minist. des Trav. pub.*).
1879. Féminier. — Excursion géologique et botanique au Mont Lozère. (*Bull. Soc. Etud. Sc. natur. Nîmes*).
1880. Domergue. Notice sur les envir. d'Allenc (*Bull. Soc. Etud. Sc. Natur. Nîmes*).
1887. G. Fabre. — Origine des cirques volcaniques. (*B. S. G. F.*, 3e série, tome XV).
1889. G. Fabre. — Coupe de la montagne de la Tessonne. (*B. S. G. F.*, 3e série, t. XVII).
1889. Martel. — Eaux souterraines des causses. (*B. S. G. F.*, 3e série, tome XVII).
1889. de Saporta. — Végétaux jurassiques. (*Paléont. française*).
1889. G. Fabre. — Carte géologique détaillée de la France. Feuille de Largentière.

Séance du 14 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELET, PUIS DE M. BOULE.

Les membres de la Société se sont réunis à huit heures du soir dans la salle des groupes lapidaires du Musée, mise à leur disposition par M. le Maire du Puy.

M. Gosselet, vice-président de la Société, déclare la session extraordinaire ouverte.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. le Dr **Luis E. Mourgues,** professeur de chimie à l'Université de Santiago, présenté par MM. Noguès et Munier-Chalmas.

Boistel, professeur à la Faculté de droit de Paris, présenté par MM. Albert Gaudry et Stanislas Meunier.

Bertolio Sollmann, ingénieur au corps royal des mines d'Italie, présenté par MM. Bertrand et Cayeux.

Le Président annonce deux présentations.

M. Gosselet rappelle que la Société s'est déjà réunie au Puy en 1869 ; il évoque le souvenir des géologues du pays, Aymard, Vinay, qui tinrent une si large place à cette réunion et il explique les raisons qui ont décidé la Société à tenir de nouvelles assises dans cette ville. La récente publication de la *Description géologique du Velay* par M. Boule et de la carte géologique de la feuille du Puy, par MM. Termier et Boule, ont attiré l'attention des géologues sur un pays aussi remarquable par la variété de ses terrains que par le pittoresque de ses montagnes.

M. le Président remercie MM. Boule et Fabre, les organisateurs des excursions, la Municipalité du Puy pour l'excellente hospitalité qu'elle a bien voulu donner à la Société, et M. Dreyfus, conservateur des collections de géologie, qui n'a rien négligé pour nous faire connaître les richesses du Musée.

Il est procédé à la nomination du Bureau pour la durée de la session. Sont élus :

Président : M. **M. Boule.**

Vice-présidents : MM. **Fabre, Depéret, Termier** et **Gosselet.**

Secrétaires : MM. **Cayeux** et **L. Bertrand.**

Trésoriers : MM. **Bourgery** et **Thiéry.**

M. **Boule** remercie ses confrères du grand honneur qu'ils lui ont fait en le désignant comme Président. Il retrace brièvement la géographie physique et la géologie du Velay, en exposant le plan général des excursions que la Société se propose de faire. D'ailleurs, un programme explicatif et détaillé, avec figures, est distribué à chaque membre de la Société. En terminant, M. Boule s'adresse aux habitants du Puy ; il rappelle l'accueil excellent qu'il en a toujours reçu, et les invite à venir prendre part aux réunions géologiques. Il adresse à son tour des remerciements à la Municipalité et à M. Dreyfus, qui a bien voulu préparer, en l'honneur du Congrès, une exposition spéciale des principaux fossiles caractérisant les divers étages du Velay.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

proposé par MM. M. Boule *et* G. Fabre.

Vendredi 15 Septembre. — Départ du Puy à 7 heures du matin. Marnes et calcaires de Ronzon avec Mammifères fossiles. — Gypse de Cormail. — Espaly : atterrissement fossilifère des Rivaux ; alluvions du Riou-Pezzouliou avec grenats, zircons, saphirs. — Ravin des Brus : andésite augitique avec zircons, alluvions sous-basaltiques et basalte du Pliocène supérieur. — Ravin de Ceyssac : alluvions et argiles schisteuses à Diatomées et à plantes du Pliocène moyen ; basaltes et brèches du Pliocène moyen.

Déjeuner à Ceyssac.

Etude du cône volcanique pliocène supérieur du Croustet. — Ravin de Vals : beau développement des sables à Mastodontes ; gisements fossilifères ; coupe complète du Pliocène des environs du Puy ; sables à Mastodontes, basaltes et brèches basaltiques. — Retour au Puy.

Samedi 16 Septembre.— Départ du Puy en voiture à 6 heures du matin. — Rochers Corneille et Saint-Michel ; brèches basaltiques. — Étude stratigraphique de la montagne de Denise ; Oligo-

cène, basaltes et brèches basaltiques du Pliocène moyen, sables à Mastodontes ; basaltes et tufs basaltiques du Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis;* tufs, scories et basaltes quaternaires ; orgues de la Croix de Paille ; gisement de l'Homme fossile de Denise. — Volcan démantelé de Cheyrac. Rocher de Polignac.

Déjeuner à Polignac.

Blanzac : terrain oligocène, argiles sableuses et marnes. Formation détritique et fossilifère de Solilhac. Côte de l'Oulette ; plateau basaltique du Pliocène moyen. Gisements de Mammifères fossiles de Vialette et de Ceyssaguet. Vue du Bassin de l'Emblavès.— Retour au Puy.

Le soir, séance.

Dimanche 17 Septembre. — Départ du Puy en voiture à 8 heures du matin. – Arkoses éocènes de Brives.—Brunelet : Oligocène et Basalte. — Arkoses éocènes de Blavozy, au sommet de la bande granitique séparant le bassin du Puy de celui de l'Emblavès ; failles miocènes. — Phonolite de Lardeyrol, du Mont-Pidgier, du Pertuis.

Déjeuner au Pertuis.

Tufs phonolitiques du Pertuis.— Trachytes du suc de Monac et du Mont-Chanis. — Phonolite du Mont-Plaux et Oligocène métamorphisé par le phonolite à Saint-Pierre-Eynac. — Basaltes de Peylenc.

Coucher à Saint-Julien-Chapteuil.

Lundi 18 Septembre. — Départ en voiture pour Queyrières à 6 heures du matin. Coupe complète des formations volcaniques du massif du Mégal : basalte miocène, trachytes, andésites augitiques, labradorites, basalte porphyroïde, phonolites. — Ascension du Mégal (1438^{m}).

Déjeuner à Boussoulet.

Départ en voiture pour Fay-le-Froid. Grands plateaux basaltiques du massif du Mézenc (basalte semi-porphyroïde). — Lac de Saint-Front, belle coulée d'andésite augitique. — Phonolite de Roffiac. — Miocène supérieur de Fay-le-Froid avec chailles jurassiques et cailloux basaltiques.

Dîner et coucher à Fay-le-Froid.

Mardi 19 septembre. — Ascension du Mézenc (1754^{m}). Les personnes redoutant la fatigue pourront se faire conduire en voiture jusqu'aux Estables, à 3 kilomètres du Mézenc. L'itinéraire à pied permettra de voir les phonolites, les trachytes augitiques et les labradorites de Chaudeyroles. Aux Dents du Mézenc, trachyte

à mica noir. Au Mézenc, belle vue sur les ravins de l'Ardèche, le bassin du Rhône et les Alpes.

Déjeuner au Mézenc.

Le soir, coupe du cirque des Boutières permettant de faire la stratigraphie de tout le massif. Cette excursion pourra être remplacée, au gré de nos confrères, par une course à la Chartreuse de Bonnefoy. — Retour aux Estables. Des Estables au Monastier en voiture.

Dîner et coucher au Monastier.

Mercredi 20 Septembre. — Départ en voiture à 7 heures du matin. — Étude des basaltes compactes du Pliocène inférieur. — Cinérites et lignites à plantes du Miocène supérieur de l'Aubépin, de Meyzoux et de la Vacheresse. — A la Besseyre, tufs de labradorite avec beaux minéraux. — Andésite augitique de Moulin-Béraud.

Déjeuner à Monastier.

Le soir, départ en voiture pour Le Puy. — Étude du Miocène supérieur avec débris de roches jurassiques reposant sur l'Oligocène. — A la Terrasse et au mont Jonet, volcans récents, coulées scoriacées.

Le soir, séance, dîner et coucher au Puy.

Jeudi 21 Septembre. — Départ du Puy par le train de 5 h. 5 pour Rougeat.

Traversée de la chaîne du Velay par le tunnel de Fix. — A pied de Rougeat à Langeac. Volcan pliocène du Coupet ; gisement de Mammifères fossiles. — Départ à 10 h. 9 en chemin de fer pour Langogne. — Arrivée à Langogne à 11 h. 59. — Déjeuner au buffet.

Le soir, à pied à la colline de Beauregard; gneiss, granulite et granites; chailles jurassiques dans le Tertiaire. — Départ de Langogne en chemin de fer pour La Bastide. — Dîner et coucher à l'abbaye de Notre-Dame des-Neiges.

Vendredi 22 Septembre. — Départ à 7 heures du matin en voiture pour Chasseradès, Belvézet, la plaine de Montbel et le causse d'Allenc. — Déjeuner en route.— Dîner et coucher à Bagnols-les-Bains. — Gneiss, micachiste, granite, Infra-lias, Lias, Oolite. Trangressivité des dépôts jurassiques sur le Plateau central. Faille du Goulet.

Samedi 23 Septembre. — Départ à 8 heures du matin en voiture pour le Valdonnès et Lanuéjols. — Schistes cristallins, gra-

nulites, filons de quartz. Étude du Jurassique de la région des Causses. Lias marneux, fossilifère, de Lanuéjols.

Déjeuner à Lanuéjols.

Renversement du Lias entre le col de la Loubière et Lanuéjols. Ascension du roc de l'Aigle.

Le soir, séance. — Dîner et coucher à Bagnols-les-Bains.

Dimanche 24 Septembre. — Départ à 6 heures du matin en voiture pour Saint-Jean-du-Bleymard, Villefort et Les Vans. — Schistes à séricite ; coupe du causse de Malcombe ; kersanton, granulite.

Déjeuner à Villefort.

Au Mas de l'Air : coupe du causse de Vézoles. — Coupe de la Baraque du Chausse. — Oxfordien d'Albaret. — Aux Vans, développement complet de la série du Jurassique supérieur.

Le soir, séance de clôture.

Les jours suivants : courses facultatives à Berrias et au bois de Paiolive, sous la direction de M. Kilian.

APERÇU GÉNÉRAL SUR LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE ET LA GÉOLOGIE DU VELAY,

par M. **Marcellin BOULE.**

Au point de vüe physique, le Velay comprend trois régions principales : à l'Est, le double massif du Mézenc et du Mégal, à l'Ouest, la chaîne du Velay, au centre, le Bassin du Puy.

Les massifs du Mézenc et du Mégal forment une unité géologique. Ils renferment les plus anciennes éruptions du Velay, distribuées suivant une aire allongée de 60 kilom. de longueur sur 15 kilom. de largeur moyenne.

Le massif du Mézenc, séparant le bassin de la Loire de celui du Rhône, continue directement la chaîne des Cévennes. Son sommet le plus élevé atteint 1754 mètres. L'aspect topographique est tout différent, suivant qu'on considère le versant oriental ou le versant occidental. Du côté de la Loire, les coulées volcaniques sont relativement bien conservées; elles forment de vastes plateaux que dominent, çà et là, quelques buttes aux profils arrondis (pl. XVIII).

Du côté du Rhône, le sol est raviné d'une façon imposante. Les torrents coulent au fond de gorges atteignant 800 mètres de profondeur. Les produits volcaniques ne se trouvent plus qu'à l'état de lambeaux au sommet des crêtes (pl. XIX).

Le massif du Mégal, peu connu des géographes, est situé tout entier dans le bassin de la Loire. La rivière le Lignon le sépare de la chaîne des Boutières, qui continue la ligne de partage des eaux du Rhône et de la Loire. Il se relie au massif du Mézenc par les plateaux de Champclause (1200m). Son altitude moyenne est inférieure à celle du massif du Mézenc et son point culminant (*Signal du Mégal* ou *Testevoire*) n'a que 1438 mètres. La région du Mégal est plus découpée, plus morcelée que la région du Mézenc. Les produits éruptifs, formant des tables ou des *sucs* isolés, sont séparés par des ravins creusés, soit dans des argiles et marnes oligocènes, soit dans le granite.

Le Mézenc et le Mégal sont composés surtout de basaltes et de phonolites; les autres roches, trachytes, andésites et labradorites sont moins répandues. Les éruptions ont eu lieu entre le Miocène supérieur et la fin du Pliocène moyen. On ne reconnaît plus que rarement les traces des appareils volcaniques d'où sont sorties les coulées. Nulle part, on n'observe des couches de brèches volcaniques comparables, comme puissance, à celles qui constituent la grande masse du Cantal et du Mont-Dore. Les coulées de basalte forment des plateaux que séparent de profonds ravins. Les phonolites sont tellement répandus qu'ils impriment au paysage un caractère tout à fait spécial. Abondantes, sous forme d'épaisses coulées, ces roches forment aussi des dykes ou pics aigus, grisâtres, sans végétation, dont la base est entourée d'énormes éboulis.

Aussi, la région volcanique du Velay n'offre-t-elle pas la régularité, en quelque sorte schématique, que présentent le Cantal et le Mont-Dore. Tandis qu'à la vue d'une simple carte géographique, un géologue peut pressentir l'origine des grands massifs montagneux de l'Auvergne, les formes orographiques de la Haute-Loire ne laissent pas deviner aussi facilement leur constitution géologique. Tandis qu'au Cantal et au Mont-Dore les éruptions se sont superposées en édifiant deux cônes gigantesques, et de telle manière que, sur certains points, on puisse relever la coupe complète de toutes les formations du massif, dans le Velay, les éruptions se rattachent à un grand nombre de centres d'émission; les coulées sont plutôt juxtaposées et, en quelque sorte éparpillées. Si l'on enlevait leur couverture éruptive, les terrains sous-jacents offriraient, dans leurs

grands traits, une disposition bien voisine de la disposition actuelle.

Les 17 et 18 septembre, la Société étudiera le massif du Mégal, les 19 et 20 septembre, le massif du Mézenc.

La chaîne du Velay, qu'on peut appeler aussi *chaîne du Devès*, du nom de la montagne la plus élevée (1423 mètres), sépare la vallée de l'Allier de celle de la Loire. C'est une suite de reliefs d'une belle régularité. La ligne de faîte est formée par une série de cônes volcaniques, alignés du Sud-Est au Nord-Ouest et présentant divers états de conservation. Les cônes sont formés de projections basaltiques. De leurs flancs s'échappent des coulées de basalte qui se dirigent, les unes vers la Loire, les autres vers l'Allier. Elles sont soudées entre elles et forment de vastes plateaux allant en pente douce vers les fossés profonds où coulent les deux cours d'eau. Ces plateaux sont à peine ravinés par de petits ruisseaux; la monotonie de leur aspect n'est interrompue que par quelques cônes adventifs de scories rougeâtres. Arrivées au bord des vallées, les coulées s'arrêtent parfois brusquement et se montrent coupées à pic. Souvent elles descendent jusqu'à mi-hauteur; dans certains cas, elles arrivent presque dans le lit de la rivière. Cette région volcanique paraît donc, à première vue, plus récente que la première. L'âge moyen de ses éruptions ne remonte guère en effet au-delà du Pliocène supérieur.

La chaîne du Velay sera traversée en chemin de fer le septième jour, en allant du Puy à Rougeat. Des cônes de scories et des coulées basaltiques se rattachant à cette région seront étudiés par la Société le premier jour.

Les environs du Puy constituent une troisième région naturelle, tant au point de vue géographique qu'au point de vue géologique.

A 10 kilomètres en amont du Puy, la Loire rencontre des argiles et des marnes tertiaires et la vallée s'élargit. Mais à 4 kilomètres en aval de la même ville, le fleuve se heurte contre une barrière puissante. Une grande masse granitique, allongée du Nord-Ouest au Sud-Est, de 10 kilomètres de largeur et d'une altitude atteignant 1,000 mètres, a divisé l'ancien bassin tertiaire en deux parties : le bassin du Puy proprement dit et le bassin de l'Emblavès. La Loire franchit cette sorte de *horst* par un défilé étroit et profond, au-delà duquel elle s'étale de nouveau dans la plaine argileuse de Saint-Vincent.

Cette disposition fait des environs du Puy une région fermée presque de tous les côtés, une sorte de creux entouré de hauteurs. A moins de profiter de la coupure faite par la Loire dans le seuil granitique dont je viens de parler, on ne peut s'éloigner de la ville qu'en gravissant des pentes plus ou moins fortes. La région du Puy est donc parfaitement définie au point de vue orographique et la dénomination de *bassin* lui convient parfaitement, car elle correspond d'une manière exacte au domaine hydrographique supérieur de la Loire. Il y a, près du Puy, une foule de points d'où l'on peut se rendre compte de cette disposition. Un observateur placé, par exemple, au sommet du rocher Corneille, dans la ville même, a l'horizon borné vers le Nord par la barrière granitique, tandis que, vers l'Est, les divers plans s'étagent jusqu'à la fine silhouette du Mézenc et que, vers le Sud et l'Ouest, il distingue nettement la ligne de cônes volcaniques de la chaîne du Velay.

Au point de vue géologique, le Bassin du Puy participe à la fois à la composition des massifs du Mézenc et du Mégal et de la chaîne du Velay. Là viennent se terminer les coulées anciennes de la région orientale et les coulées plus récentes de la région occidentale. Mais cette contrée a aussi sa physionomie spéciale. Tandis que les terrains lacustres oligocènes ne se voient, dans la montagne, que sous forme de lambeaux surélevés par des failles et garantis de l'érosion par une couverture volcanique, ici, ces terrains se trouvent dans la partie déprimée d'un synclinal morcelé et ils constituent les soubassements de toutes les collines qui entourent le Puy. Ces couches lacustres ont été ravinées à l'époque pliocène par des cours d'eau qui ont déposé d'épaisses couches de graviers. En même temps se formèrent de puissants amas de projections basaltiques, de brèches, de pépérites, démantelés aujourd'hui et qui donnent aux environs du Puy leur cachet pittoresque.

Ces brèches sont célèbres, dans la science, par les discussions auxquelles elles ont donné lieu. Enfin, c'est dans un rayon de quelques kilomètres autour du chef-lieu de la Haute-Loire que se trouvent, pour ainsi dire concentrés, de nombreux gisements de Mammifères fossiles s'échelonnant depuis le Pliocène moyen jusqu'aux temps géologiques les plus récents.

Les diverses particularités de cette région et sa situation intermédiaire entre les deux grands districts volcaniques de la Haute-Loire donnent un intérêt tout particulier à son étude. On y trouve des superpositions qu'on chercherait vainement ailleurs. Telle de ses montagnes présente, pour ainsi dire, sous un petit format, la

plupart des formations qui sont plus développées dans les deux autres régions, mais qui y sont isolées.

La Société consacrera les deux premiers jours de l'excursion et une partie du troisième à l'étude du Bassin du Puy.

Le Président présente et résume une note de M. **de Rouville** sur le *Cambrien de l'Hérault*. L'auteur y signale l'existence d'un terme *Antéparadoxidien* formé de calcaires saccharoïdes, schistoïdes, d'au moins mille mètres d'épaisseur avec une formation gréseuse à la base (1).

La séance est levée à neuf heures et demie.

Séance du 16 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE, PUIS DE M. GOSSELET.

La séance est ouverte à huit heures et demie du soir.

M. Blanc, maire du Puy, honore la Société de sa présence. Il est prié par le Président de vouloir bien prendre place au Bureau.

Par suite des présentations faites dans la dernière séance, le Président proclame membres de la Société :

MM. **Dreyfus,** professeur au Lycée, présenté par MM. le colonel Durand et M. Boule.

Vernière, à Brioude, présenté par MM. Albert Gaudry et M. Boule.

M. **Boule**, indisposé, ne peut faire de vive voix les comptes rendus des courses du 15 et du 16 septembre ; on les trouvera dans le Bulletin. Il prie M. Gosselet de vouloir bien le remplacer au Bureau.

M. **Gosselet** remercie de nouveau M. le Maire et la Municipalité du Puy pour l'excellent accueil fait à la Société géologique de France.

(1) Conformément au règlement, cette note traitant d'une question étrangère à la géologie de la contrée visitée par la Société, a été imprimée à la suite des notes présentées dans la dernière séance de juin 1893.

M. le **Maire du Puy** déclare que c'est par suite de circonstances indépendantes de sa volonté qu'il n'a pu assister à la séance d'ouverture de la Réunion extraordinaire.

Il souhaite que la Société emporte un bon souvenir de son séjour au Puy et prie ses membres d'accepter un punch d'honneur que la Municipalité leur offrira à leur retour du Mézenc.

Le Président accepte, au nom de la Société, cette cordiale invitation.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 15 SEPTEMBRE 1893 A RONZON, ESPALY, CEYSSAC ET VALS,

par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XIV et XV).

A 7 heures du matin, la Société, réunie sur la place du Breuil, se dirige vers Espaly.

Une première halte est faite au pied de la célèbre colline de Ronzon, chez M. Bentz, sculpteur, qui recueille et vend des fossiles. Tout près de son atelier se trouve une des nombreuses galeries souterraines servant à l'exploration du calcaire. M. Ménard, propriétaire, nous en fait les honneurs et met à la disposition des géologues tous les échantillons qu'ils désirent.

Les couches lacustres du Bassin du Puy comprennent, à la base, des argiles sableuses, bariolées, puis des argiles marneuses avec des gypses et enfin des marnes avec bancs calcaires. C'est à la division supérieure qu'appartiennent les couches exploitées à Ronzon.

Les argiles gypseuses ont fourni plusieurs espèces de *Palœotherium*. Elles renferment également des restes d'Invertébrés, parmi lesquels il faut signaler le *Nystia Duchasteli*.

Les calcaires de Ronzon sont riches en fossiles de toutes sortes : plantes, Mollusques, Crustacés, Insectes, Reptiles, Mammifères. Parmi les Mollusques, il faut signaler : *Nystia Duchasteli*, des gypses, qui se retrouve ici ; *Limnea longiscata ;* des formes de Limnées voisines de *L. cylindrica ; Planorbis cornu*, *P. annulatus*, *P. planulatus*, etc. Mais c'est surtout par leur faune de Mammifères que les calcaires de Ronzon sont remarquables. Cette faune offre, en effet, un mélange

très instructif de genres éocènes et oligocènes. C'est ainsi que dans le seul banc moyen exploité dans les carrières de Ronzon, on trouve: *Palæotherium crassum*, Cuv. *Paloplotherium minus*, Cuv. *Gelocus communis*, Aym., deux espèces de *Cynodon*, deux espèces d'*Hyænodon*, trois espèces de *Peratherium* (didelphe), avec des formes d'*Acerotherium*, de *Cainotherium*, d'*Entelodon* et d'*Hyopotamus*.

J'ai exposé ailleurs (1) les raisons qui m'ont porté à regarder les argiles bigarrées et les gypses du Bassin du Puy comme représentant les *Marnes vertes et blanches* du Bassin de Paris et à considérer les calcaires de Ronzon comme l'équivalent du *Calcaire de Brie*.

A quelques minutes de Ronzon se trouve le village d'Espaly. La Société traverse la malterie de M. Rogues pour arriver aux Rivaux, où la Borne coule au pied d'un escarpement qui se prête à quelques observations intéressantes. En aval, l'escarpement est formé par des alternances de marnes feuilletées avec petits bancs calcaires. On y recueille des empreintes de plantes, des tests écrasés de *Nystia Duchasteli*, des *Lymnea longiscata*, des Planorbes, etc. Sur ce point, les couches oligocènes plongent assez fortement vers l'Est. Elles sont inférieures aux bancs exploités à Ronzon, de l'autre côté de la Borne.

Vers l'amont, l'escarpement, beaucoup plus élevé, est pratiqué dans une sorte de petit cône de déjection formé aux dépens de la coulée basaltique de la Croix-de-Paille, contre laquelle s'appuient les dépôts (Pl. XIV) (2). L'escarpement montre, à la base, un éboulis composé de blocs, grands et petits, de basalte prismatique, sans intercalation de parties terreuses et cimentés par de la calcite. Au-dessus vient une terre sableuse, quartzeuse, avec quelques cailloux basaltiques anguleux et présentant une stratification assez nette. Vers le haut, il y a beaucoup de scories remaniées, brisées, et de blocs basaltiques. A la partie supérieure, vient une nouvelle couche de terre sableuse, avec blocs, et très riche en ossements fossiles. On y a recueilli des restes d'*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus*, *Ursus spelæus*, *Equus caballus*, etc., qu'on peut voir au Musée du Puy. Les restes de chevaux sont particulièrement abondants comme ont pu le constater sur place ceux de nos confrères

(1) MARCELLIN BOULE. Description géologique du Velay (*Bull. de la carte géol.* n° 28, p. 71.

(2) Les photographies qui accompagnent mes diverses notes sont dues au talent d'un de nos confrères, M. Jackson. Je le remercie d'avoir bien voulu m'autoriser à les reproduire.

qui n'ont pas craint d'escalader l'escarpement pour arriver au niveau fossilifère.

Ce gisement est très important car il nous fournit les moyens de déterminer avec précision l'âge de la coulée basaltique de la Croix-de-Paille, l'une des plus récentes du Velay. La faune des Rivaux caractérise la partie inférieure du Pléistocène supérieur. Le basalte de la Croix-de-Paille, sorti du volcan de Denise, est plus ancien puisque la brèche d'éboulis et les dépôts de ruissellement superposés à cette brèche montrent que la coulée était fortement dégradée quand les animaux que je viens d'énumérer fréquentaient le pays. Comme d'un autre côté, ce basalte et les coulées similaires du Velay arrivent jusqu'au fond des vallées creusées, comme nous le verrons plus tard, depuis le Pliocène supérieur, nous pouvons considérer les dernières éruptions volcaniques des environs du Puy comme datant du Pléistocène inférieur caractérisé par une faune à espèces chaudes : *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, etc.

Des Rivaux, nous nous dirigeons vers Cormail en remontant le cours de la Borne et en passant au pied des orgues basaltiques d'Espaly. De l'autre côté de la coulée, la base de la montagne de Denise est formée, comme du côté des Rivaux, par l'Oligocène. Mais ici ce sont les argiles et les marnes gypseuses qui affleurent et montent assez haut, bien au-dessus du lit de la Borne dans lequel nous venons d'étudier, aux Rivaux, les couches calcaires de Ronzon. Cette différence de niveau est due à une faille dirigée N.N.O. Autrefois on exploitait le gypse sur différents points des environs du Puy, à Estrouilhas au pied du rocher Corneille, à Cormail. L'étude des couches gypseuses est aujourd'hui à peu près impossible, car les carrières sont abandonnées, la plupart des affleurements sont cultivés et, sur les points où l'on pourrait faire quelques observations, le gypse a disparu par dissolution, ainsi que Bertrand-Roux l'avait observé dès 1823 et suivant un processus bien étudié aux environs de Paris par M. Munier-Chalmas; pourtant la Société a pu voir l'entrée d'une ancienne galerie d'exploitation appartenant à M. Gueyffier et nous avons pu recueillir, soit dans les anciens déblais, soit dans les vignes, à la surface du sol, des échantillons de gypse fibreux ou saccharoïde et des fragments de fer de lance.

Au débouché de la vallée de Ceyssac, sur la rive droite de la Borne, la Société a pu jouir d'une vue d'ensemble du flanc occidental de la montagne de Denise (fig. 1). Son attention a été surtout appe-

lée sur la distinction des deux coulées de basalte très différentes comme âge et même comme composition minéralogique, qu'on avait confondues jusqu'à ce jour, parcequ'elles paraissent ne former qu'une même masse du côté des orgues d'Espaly. Sur l'Oligocène repose, en effet, une coulée horizontale de basalte très feldspathique, qui forme de grands escarpements à Cormail, se retrouve sur plusieurs points du flanc de la montagne et se développe au-dessus de la Bernarde. C'est la formation la plus ancienne de la montagne de Denise (β^{o}). La seconde coulée (β^{3}), pauvre en feldspath et plus vitreuse que la précédente, prend naissance à l'Ermitage, près du sommet de Denise; elle descend jusqu'au fond de la vallée pour former le rocher de l'Arbousset. C'est la coulée de la Croix-de-Paille dont nous avons pu fixer l'âge aux Rivaux. Elle est séparée de la première par une série de formations pliocènes que nous avons étudiées en détail dans la course du lendemain.

Revenus à Espaly,

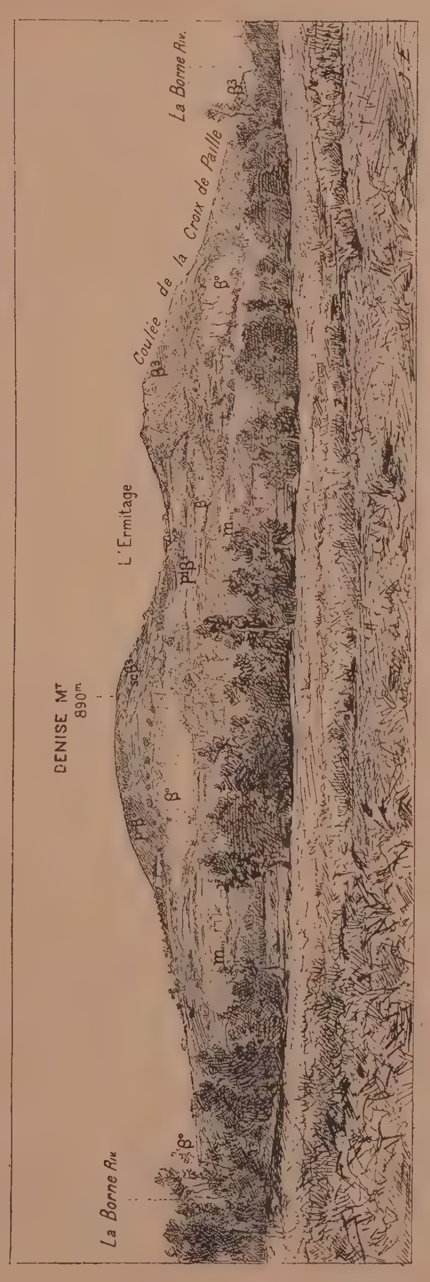


Fig. 1. — Vue du flanc occidental de la montagne de Denise.

nous nous engageons dans le lit complètement à sec du fameux Riou-Pezzouliou. On sait que ce petit cours d'eau roule des cristaux de zircon, de corindon, de grenat, de spinelles, etc. Nous constatons avec la plus grande facilité la présence de ces minéraux dans le sable volcanique et nous remontons le vallon à la recherche de la roche qui leur sert de gangue ; cette roche est une andésite augitique, formant, au niveau du village des Brus, une plate-forme en contrebas des basaltes du plateau du Croustet. C'est la seule roche non basaltique des environs du Puy ; elle a la composition suivante :

$$\mathcal{T}\mu - \overline{A_3\ F_{1\text{-}2}}\,\underline{P_4\ t_1\ M}$$

Elle ressemble, à première vue, aux basaltes avec lesquels on l'avait toujours confondue, mais elle s'en distingue par l'absence de l'olivine, la finesse du grain et une teinte gris-foncé particulière. Plusieurs d'entre nous ont recueilli des échantillons d'andésite avec des zircons engagés dans la roche. Depuis longtemps tous les auteurs ont admis que les gemmes du Riou-Pezzouliou représentent des enclaves arrachées à des roches primitives par les éruptions volcaniques. M. Lacroix a fait une étude minutieuse et démontré comment se produit la dissociation de ces enclaves, dont les zircons isolés représentent les éléments ayant résulté à la fusion.

Il faut encore nous élever d'une cinquantaine de mètres environ pour atteindre le sommet du plateau qui nous sépare du vallon de Ceyssac et qui est formé par des coulées basaltiques du Pliocène supérieur. Dans le petit ravin de Clary, nous pouvons constater que le basalte repose sur l'Oligocène par l'intermédiaire d'une nappe d'alluvions d'épaisseur très inégale et à très gros éléments. M. Marcel Bertrand a appelé l'attention de ses confrères sur l'aspect particulier de ce dépôt qui renferme, avec des cailloux parfaitement roulés et arrondis, des blocs volumineux à arêtes simplement émoussées. Ces alluvions se retrouvent, encore mieux caractérisées, aux environs du Puy sous un grand nombre de coulées basaltiques couronnant les plateaux (Chadrac, Montredon, Mons, Les Salles, etc). Elles datent du Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*.

Du sommet du plateau, nous gagnons le vallon de Ceyssac par un sentier qui nous permet de contrôler en partie la coupe (fig. 2). Après avoir quitté les basaltes du Pliocène supérieur β^1, nous rencontrons des brèches basaltiques bien stratifiées $p^o\ \beta^o$ qui reposent un peu en amont sur une coulée basaltique. Celle-ci est séparée de l'Oligocène par quelques mètres de sables quartzeux jaunes avec cailloux roulés. Nous ne faisons pour le moment que nous

familiariser avec ces formations dont nous établirons l'âge et les rapports stratigraphiques dans la suite de la course.

A Ceyssac, le ruisseau coule dans l'Oligocène, au pied d'un rocher pittoresque formé de brèches basaltiques stratifiées se rattachant évidemment aux brèches basaltiques du flanc droit du vallon et présentant absolument les mêmes caractères pétrographiques (Pl. XV). Le sommet du rocher est occupé par les ruines d'un château féodal. Madame de la Bâtie a bien voulu permettre aux géologues de prendre leur repas à l'abri de ces vieilles murailles, au milieu de

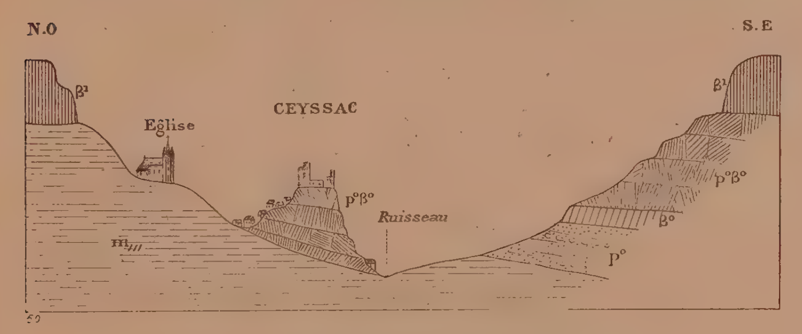


Fig. 2. — Coupe transversale du ravin de Ceyssac.

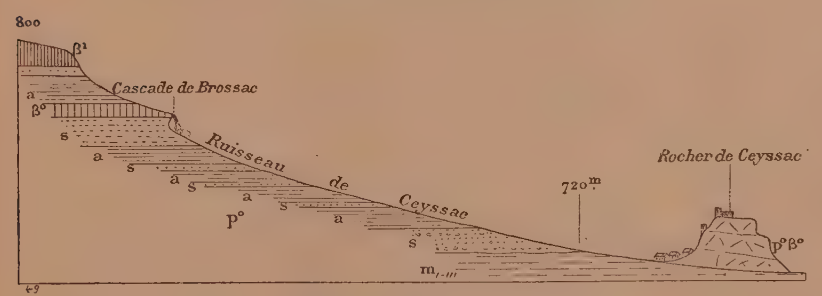


Fig. 3. — Profil en long du vallon de Ceyssac.

bosquets soigneusement entretenus et devant un panorama aussi agréable à l'œil du touriste qu'instructif pour le géologue. Ils garderont de cette gracieuse hospitalité le plus agréable des souvenirs.

Dans l'après-midi, la Société remonte le ruisseau de Ceyssac pour vérifier la coupe (fig. 3). Au-dessus de l'Oligocène, à 200 mètres environ en amont du village, apparaissent les alluvions du Pliocène moyen.

Ce sont des sables fluviatiles, quartzeux, micacés, très fins, imprégnés de produits ferrugineux qui leur donnent une belle teinte jaune ou rouille. Les éléments deviennent parfois plus grossiers et le sable se transforme en un gravier. On y observe enfin de nombreux lits de cailloux roulés, parfois cimentés par des substances ferrugineuses et constituant des conglomérats assez résistants. On trouve parmi ces cailloux roulés toutes les roches volcaniques du massif du Mézenc : basaltes compactes, basaltes porphyroïdes, labradorites, andésites, trachytes augitiques, phonolites.

Les sables à Mastodontes sont riches au point de vue paléontologique. Ils ont fourni des débris de Mammifères se rapportant aux espèces suivantes :

Mastodon arvernensis, Croiz. et Job.
Mastodon Borsoni, Hays.
Tapirus arvernensis, Croiz. et Job.
Sus sp.
Rhinoceros etruscus, Falc.
Rhinoceros leptorhinus, Cuv. (?)
Equus Stenonis, Cocchi.
Bos elatus, Croiz.
Palæoreas torticornis, Aym.
Capra sp.
Cervus pardinensis, Cr. et Job.
Cervus cusanus, Cr. et Job.
Cervus etueriarum, Cr. et Job (?)
Hyæna sp.
Hyæna sp.
Machairodus sp.

Les espèces ci-dessus caractérisent, pour la plupart, ce qu'on est convenu d'appeler le Pliocène moyen.

Les sables à Mastodontes nous fournissent une limite supérieure pour fixer l'âge des éruptions volcaniques du Mézenc et du Mégal, puisque toutes les variétés de roches de ces deux massifs se trouvent à l'état de cailloux roulés dans cette formation.

Dans le vallon de Ceyssac, les alluvions du Pliocène moyen, accumulées sur une centaine de mètres d'épaisseur, présentent à plusieurs niveaux un faciès particulier. Les sables jaunes alternent plusieurs fois (fig. 3) avec des argiles grises, schisteuses, formées en grandes parties de carapaces de Diatomées. Ces argiles se divisent en une multitude de feuillets renfermant les débris d'une flore

fossile à peu près synchronique, d'après M. de Saporta, de la flore des cinérites de Vic-sur-Cère, dans le Cantal.

Ces alternances de sables et d'argiles à Diatomées sont très nettes au fond du ravin, malheureusement d'un accès assez difficile. Les membres de la Société qui n'ont pas reculé devant quelques bains forcés ou quelques glissades sur l'argile, ont pu les constater et recueillir des empreintes de plantes.

Un peu plus haut, le passage est barré par une cascade due à la présence d'une coulée de basalte. C'est le premier exemple que nous trouvions de formations volcaniques interstratifiées au milieu des sables à Mastodontes. Cette coulée se continue sur les flancs du vallon de Ceyssac; on la voit dans la coupe (fig. 2) surmontée par des brèches basaltiques. Au-dessus de la cascade, les sables et argiles à Mastodontes reparaissent et supportent, à deux cents mètres en amont, le basalte pliocène supérieur du plateau de La Roche.

Près du village de Brossac, pendant une halte qui permet à quelques retardataires égarés dans le ravin de rejoindre le gros de la troupe, nous admirons le panorama de la chaîne du Velay.

Cet accident orographique, qu'on appelle aussi chaîne du Devès, du nom du sommet le plus élevé (1423^{m}), est formé par une traînée de cônes volcaniques alignés du Sud-Est au Nord-Ouest sur une longueur de plus de 60 kilomètres. A la périphérie de la chaîne, et surtout vers les deux extrémités de la traînée, les bouches éruptives sont relativement clairsemées. Chaque cône de scories est accompagné d'une ou de plusieurs coulées de basalte compacte reposant sur le terrain primitif, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une couche de projections. Il est assez facile de distinguer ici chaque unité volcanique et d'attribuer à chaque point éruptif ce qui lui revient dans la distribution des coulées. Cette distinction et cette répartition deviennent absolument impossibles au centre de la chaîne, siège des éruptions les plus abondantes et les plus multipliées.

Là, en effet, non seulement les amas de scories confondent leurs bases et atteignent des dimensions colossales, mais encore les coulées basaltiques, soudées entre elles, forment un revêtement continu, que ne percent nulle part des affleurements de roches primitives. Ces flots de lave ont formé de vastes plateaux comme celui sur lequel nous nous trouvons : pays uniforme, triste, rocailleux, rappelant les Planèzes cantaliennes qui ont d'ailleurs la même origine. Les cônes éruptifs se reconnaissent

de loin, soit à la coloration rouge des scories dont ils sont composés, soit aux forêts de pins qui les recouvrent, soit aux formes de leurs profils arrondis en dômes ou en coupes.

Un de ces cônes, se trouvant à proximité, la Société peut se faire une idée de leur structure et de leur composition. L'étude du Croustet est facile grâce à une exploitation de pouzzolane. Nous constatons qu'il est composé presqu'exclusivement de matériaux de projections, bombes, scories, lapillis, peu cohérents, à peine soudés entre eux par de la matière vitreuse, mais parfaitement stratifiés. Les bombes renferment des enclaves de natures variées suivant les volcans. Au Croustet, ces enclaves sont principalement constituées par des fragments empruntés à des roches primitives avec cordiérite, zircon, corindon bleu ou saphir, etc.

Quant aux basaltes en coulées de la chaîne du Velay, ils se distinguent facilement à l'œil nu des basaltes plus anciens des massifs du Mézenc et du Mégal par une couleur bleuâtre, une compacité moins grande; ils sont plus rugueux au toucher; le péridot y est plus abondant en cristaux isolés et en nodules de toutes grosseurs. Les quelques différences de détail qu'on peut relever au microscope n'ont pas d'importance. Ce sont des roches d'aspect et de composition très uniformes, représentant un type lithologique tout à fait normal.

Après avoir fait une ample récolte d'échantillons, les géologues se dirigent vers le ravin du Dolaizon ou de Vals, dont la composition géologique reproduit celle du vallon de Ceyssac. La descente s'effectue par de mauvais sentiers. Au-dessous du basalte du plateau, presque partout coupé à pic, nous constatons successivement la présence d'une puissante assise de brèches basaltiques, tout à fait semblables à celles de Ceyssac, d'une coulée de basalte analogue à celui de la cascade de Brossac et des sables à Mastodontes. Ceux-ci occupent tout le fond du ravin depuis le moulin de La Roche jusqu'au-dessous de Laval.

Au moulin de La Roche, l'Oligocène affleure et marque la rive gauche du cours d'eau pliocène. En aval, les berges offrent de nombreux affleurements de sables et d'argiles qui permettent de recueillir, notamment aux Crozas, des débris de Mastodontes, de Tapirs, etc.

A Laval, le Dolaizon reçoit un affluent, le ruisseau de Bauzit. Le petit contrefort qui sépare les deux cours d'eau permet de relever la

coupe (fig. 4) que la Société a vérifiée. Cette coupe nous montre les relations étroites des sables à Mastodontes avec les brèches basaltiques des environs du Puy et les coulées compactes subordonnées

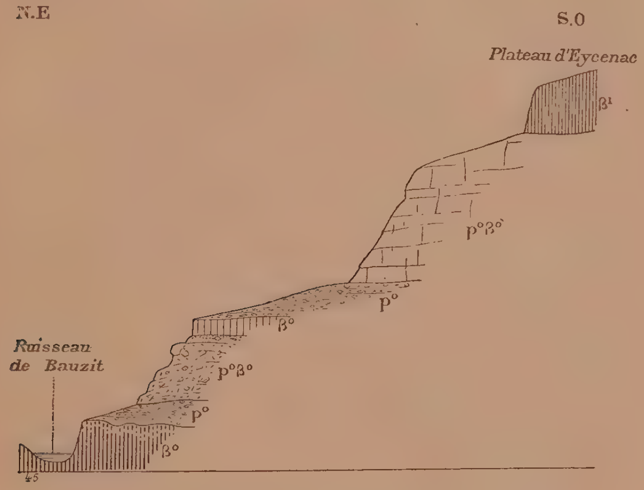


Fig. 4. — Coupe du Ruisseau de Bauzit au plateau d'Eycenac.

à ces brèches. A partir du point 685 de la carte de l'Etat-major (confluent) et en se dirigeant vers le sommet du plateau d'Eycenac, nous trouvons successivement :

1° Des sables à Mastodontes reposant sur l'Oligocène :
2° Une coulée de basalte (β° inférieur de la coupe) ;
3° Des sables et cailloux roulés avec phonolite abondant (p°) ;
4° Des tufs et des brèches basaltiques (p° β°) ;
5° Une nouvelle coulée basaltique (β°) ;
6° Sables à Mastodontes, dépourvus de cailloux roulés (p°) ;
7° Brèches basaltiques (p° β°) identiques à celles de Ceyssac, de Denise, du rocher Corneille ; 50^{m} d'épaisseur ;
8° Basalte pliocène supérieur ou basalte des plateaux de la chaîne du Velay.

Nous sommes ici vers le fond de l'ancienne vallée pliocène ; les dépôts qui ont comblé cette vallée atteignent 150^{m} d'épaisseur. La coupe (fig. 5), pratiquée suivant une direction oblique par rapport à la direction du cours d'eau pliocène, résume les faits observés par la Société.

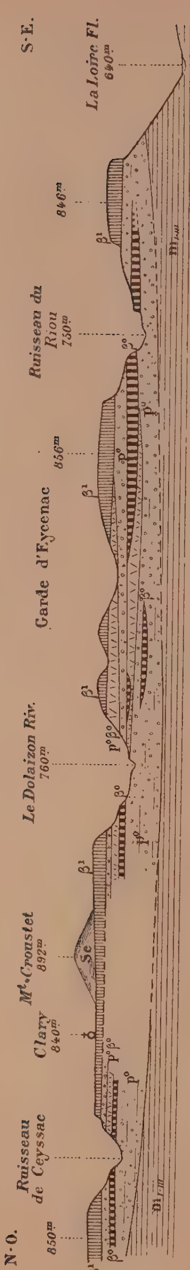


Fig. 5. — Coupe N.O.-S.E. du ruisseau de Ceyssac aux bords de la Loire.

β du Mt Ronzon
Cheyrac
Rocher St Michel
Rocher Corneille
Plateau de la Malouteyre
Granite de Peyredeyre
Pl. de Chadrac
Pl. du Monteil
Pl. de Bellevue
la Roche-Arnaud
Rtes de Taulhac
LE PUY
Vals
M. B.

Fig. 6. — Croquis des plateaux basaltiques des environs du Puy, pris du chemin de Vals à Chaponade, au-dessus du point 783 de la carte de l'Etat-major.

Avant de quitter le plateau d'Eycenac pour retourner au Puy, par Vals, la Société admire le panorama des environs de cette ville et la disposition des plateaux basaltiques qui entourent la vieille cité comme de gigantesques remparts. Les escarpements formés par les coulées du Pliocène supérieur dessinent des lignes horizontales d'une altitude moyenne et uniforme de 800 mètres, se raccordant entre elles admirablement. Le croquis (fig. 6) peut donner une idée de la physionomie très spéciale que les formes du terrain doivent à cette disposition des plateaux basaltiques. Il est évident que les éruptions du Pliocène supérieur ont fini par niveler complètement cet ancien *creux du Puy*, que les alluvions et les éruptions du Pliocène moyen avaient en partie comblé. C'est à travers tout cet ensemble que les eaux ont ensuite creusé les vallées actuelles et sculpté l'admirable paysage que nous avons sous les yeux.

COMPTE RENDU DE L'EXCURSION DU 16 SEPTEMBRE A DENISE, POLIGNAC, VIALETTE, ETC.,

par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XVI et XVII).

Partie du Puy en voiture à 6 heures du matin, la Société s'arrête d'abord au pied du rocher d'Aiguilhe ou rocher Saint-Michel (Pl. XVI). C'est une sorte d'obélisque gigantesque qui s'élève brusquement du fond de la vallée de la Borne, tout près du rocher Corneille, et dont le sommet est couronné par une chapelle du Xe siècle. La course de la veille nous ayant familiarisés avec l'étude des brèches basaltiques, nous retrouvons facilement tous les caractères de ces roches dans la masse qui compose les deux rochers auxquels la ville du Puy doit son cachet si pittoresque. Il y a identité absolue et l'œil le plus exercé, même avec le secours du microscope, ne saurait différencier des échantillons provenant du rocher de Ceyssac, des flancs du vallon de Vals, des rochers Corneille ou Saint-Michel, de Denise, de Polignac, de Cheyrac, etc. Ce sont des produits de projections basaltiques noyés dans une cendre très vitreuse, pêle-mêle avec des enclaves de diverses natures. Ceux de nos confrères peu familiarisés avec les roches et les phénomènes volcaniques et que cette

assertion peut surprendre la vérifieront dans quelques heures, à Cheyrac, où ils verront un cône volcanique bien reconnaissable comme tel, avec matériaux stratifiés en double pente et formés par une roche identique.

L'attention de la Société a été particulièrement appelée sur cette question, tant de fois discutée, de l'origine des brèches basaltiques des environs du Puy et notamment des rochers isolés comme Corneille, Saint-Michel, de Ceyssac, de Polignac (Voyez pl. XVII). Au lieu de considérer ces masses comme des témoins détachés par l'érosion d'une formation subaérienne autrefois beaucoup plus étendue, la plupart des géologues ont voulu y voir des dykes sortis tels quels des profondeurs de la terre et, malgré les judicieuses remarques présentées à la réunion de la Société au Puy en 1869 par plusieurs savants familiarisés avec l'étude des phénomènes et des produits volcaniques, on a persisté à parler de dykes dans des travaux tout à fait récents. Je crois inutile de revenir ici sur les détails que j'ai donnés à ce sujet dans diverses publications (1) et que j'ai eu l'honneur d'exposer sur place devant mes confrères de la Société géologique. Je dirai simplement quelques mots sur le rocher Saint-Michel où s'observent certains traits particuliers. Ce gigantesque bloc de brèche, qui paraît vraiment sortir du sol de la vallée, est traversé par de nombreux filons et veines basaltiques qui ont consolidé les produits de projection et leur ont permis de résister aux érosions. Les brèches sont en outre particulièrement riches en enclaves granitoïdes avec beaux échantillons de cordiérite. Je crois qu'il faut considérer le rocher Saint-Michel comme le produit du remplissage d'une bouche éruptive par des projections retombées dans le cratère et consolidées après coup par des filons de lave. Son voisin, le rocher Corneille, reposant sur l'Oligocène, représente probablement un lambeau du cône volcanique correspondant.

Du faubourg d'Aiguilhe, la Société se dirige vers la montagne de Denise, dont l'étude stratigraphique, ébauchée la veille, est des plus instructives.

La montagne de Denise est une sorte d'édifice compliqué à la structure duquel participent tous les terrains qu'on observe aux environs du Puy. Sa stratigraphie est résumée dans la coupe fig, 7, et la fig. 1 représente son flanc occidental.

La Société l'aborde aujourd'hui par le côté opposé. Quittant la

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e s., t. XVIII, p. 924. — *Descript. géol. du Velay*, p. 190 et suiv., etc.

route avant d'arriver à l'Ermitage, elle se dirige vers un grand escarpement formé par des brèches basaltiques disposées en bancs réguliers, sensiblement horizontaux. Les caractères pétrographiques de ces roches sont ceux que nous avons déjà observés tant de fois. Au milieu des brèches et occupant la partie moyenne de l'escarpement, se trouvent intercalés 10 mètres environ de sables quartzeux, fins, jaunes, identiques aux sables à Mastodontes que nous avons étudiés la veille. Nous avons là une nouvelle preuve des relations étroites et du synchronisme qui existent entre deux formations géologiques importantes du bassin du Puy : les sables à Mastodontes et les brèches basaltiques. Celles-ci se voient sur tout le pourtour de la montagne de Denise, superposées vers le Sud, à une coulée de

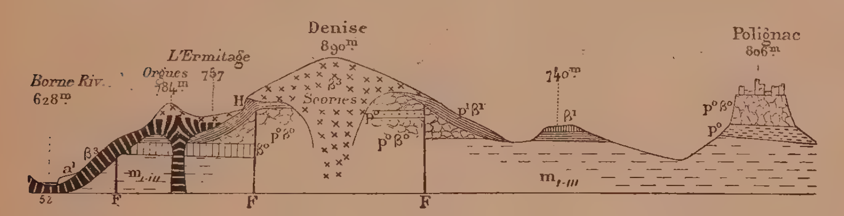


Fig. 7. — Coupe schématique de la montagne de Denise et de ses abords.

basalte que nous avons pu distinguer la veille de la coulée quaternaire et reposant partout ailleurs sur l'Oligocène, soit directement, soit par l'intermédiaire des sables à Mastodontes.

Après la sortie et l'accumulation de ces brèches, l'emplacement actuel de la montagne de Denise était une surface horizontale un peu inclinée que les érosions transformèrent bientôt en un plateau d'un kilomètre carré environ.

Sur ce plateau s'établit ensuite un volcan qui eut plusieurs périodes d'activité. La première date du Pliocène supérieur. Sur les brèches du Pliocène moyen, aussi bien au-dessus qu'en contre-bas, c'est-à-dire en stratification complètement discordante, s'étendent en effet des tufs volcaniques nettement stratifiés, de physionomie toute spéciale et sur l'origine desquels les membres de la Société ont beaucoup discuté. Ce sont des produits de projections volcaniques de diverses grosseurs, très remaniés, véritables dépôts détritiques renfermant, en même temps que des éléments basaltiques, de nombreux fragments roulés de quartz et de roches primitives. Ces dépôts remaniés alternent fréquemment avec des lits intacts de projections,

Les couches ont des inclinaisons variables, parfois très prononcées, épousant d'une manière générale la topographie contemporaine de leur dépôt. Il est certain que cette formation est toute différente des brèches du Pliocène moyen et qu'elle doit être attribuée, en partie, à des actions aqueuses. Mais elle n'en est pas moins d'origine directement volcanique. Les géologues locaux y voyaient le produit de coulées boueuses, comme nous en montrent certains volcans actuels.

Deux observations importantes doivent être faites à propos de ces tufs. Ils descendent fort bas sur les flancs de la montagne de Denise, qu'ils entourent comme d'un manteau, et ils marquent ainsi exactement les changements topographiques survenus dans la contrée depuis la fin du dépôt des sables à Mastodontes, en donnant la mesure des actions érosives. De plus, nous connaissons parfaitement leur âge ; ils ont été formés pendant que vivait, dans le Massif central de la France, un énorme Proboscidien qui ne se trouve pas dans les sables à Mastodontes : l'*Elephas meridionalis*. Les membres de la Société ont pu voir au Musée du Puy, dans la collection Aymard, de belles dents de cette espèce qui ont été trouvées à la Malouteyre, tout près du point que nous avons exploré. Le Muséum de Paris possède des échantillons analogues provenant de la même localité.

Une seconde et dernière période d'activité du volcan de Denise correspond, comme nous l'avons vu dans la course d'hier, au début du Quaternaire. A ce moment les vallées actuelles du Puy étaient complètement creusées. Ce fut d'abord une coulée de lave qui s'épancha et produisit, en se refroidissant, les belles orgues d'Espaly et de la Croix-de-Paille, puis une accumulation de bombes, de scories et de lapillis basaltiques revêtit la montagne d'un manteau en partie disparu aujourd'hui et édifia le tumulus gigantesque qui termine le volcan et porte son sommet à l'altitude de 890^{m}.

C'est au milieu de ces scories qu'affleurent les lits de sable et de lapillis remaniés où ont été trouvés les célèbres ossements humains connus sous le nom d'*Homme de Denise*. La Société a visité le point exact où a été faite cette mémorable découverte. Elle a été unanime à déclarer l'identité des couches qu'on lui montrait avec la roche englobant les débris humains du Musée. Tout le monde a également admis que ces couches sont bien en place et contemporaines des dernières éruptions de Denise.

Après avoir contourné la montagne, la Société est arrivée sur le flanc occidental où les brèches du Pliocène moyen, exploitées comme pierre de taille, ont de pittoresques aspects. Au-dessus, dans les scories

quaternaires, se trouvent des carrières de pouzzolane qui ont mis à nu la paroi de la cheminée volcanique. Là les brèches du Pliocène moyen et les tufs du Pliocène supérieur, disposés en stratification discordante (fig. 8) sont coupés comme à l'emporte-pièce. Ils forment une muraille verticale correspondant à la paroi de l'intérieur du cratère. Celui-ci est rempli de scories noires, faiblement agglutinées et de bombes volcaniques.

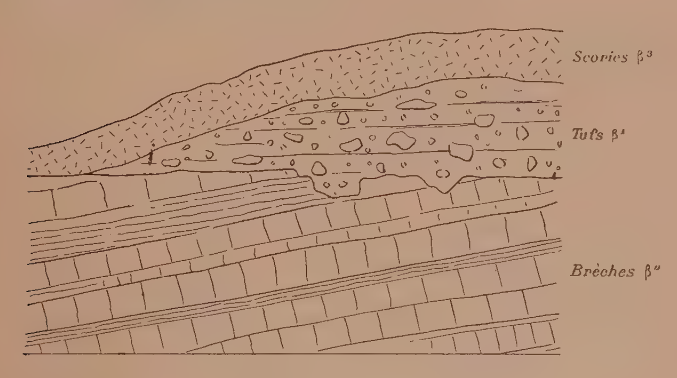


Fig. 8. — Coupe sur le flanc occidental de Denise.

A Denise, les bombes ne renferment pas de nodules à olivine. Les enclaves sont presque toujours de nature granitoïde ou gneissique, avec cordiérite fréquente. Certains échantillons de gneiss arrachés ont été injectés de matière basaltique. Des feuillets blancs de la roche primitive alternent régulièrement avec des feuillets bruns de nature volcanique, de sorte que la roche offre un phénomène analogue à celui des gneiss granulitiques.

Remontés en voiture, nous arrivons bientôt au Collet, où nous quittons la route nationale pour prendre le chemin de Polignac. Nous ne faisons que traverser le village où nous reviendrons pour déjeuner et nous allons à la recherche d'un point nous permettant d'avoir une bonne vue d'ensemble du volcan de Cheyrac. Le village qui porte ce nom est assis au pied de grands escarpements de brèches volcaniques bien stratifiées qu'on reconnaît, en effet, au premier coup d'œil, comme un cratère démantelé à double pente. La coupe fig. 9 indique les diverses inclinaisons des couches telles qu'on les observe en traversant la montagne de l'Est à l'Ouest et la coupe fig. 10 les inclinaisons de ces mêmes couches suivant une ligne perpendiculaire à la première. Le volcan s'est fait jour à

travers une nappe basaltique plus ancienne. (β° fig. 9). Vers le Nord, les brèches passent sous un basalte plus récent (β¹ fig. 10). En certains points elles reposent sur les sables à Mastodontes.

Le principal intérêt de ce volcan est de nous éclairer sur l'origine véritable des brèches basaltiques des environs du Puy, car il

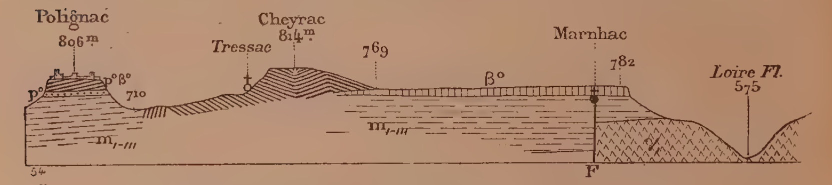


Fig. 9. — Coupe du volcan de Cheyrac et de ses abords.

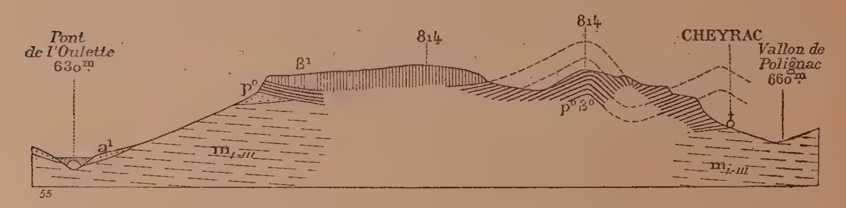


Fig. 10. — Coupe du volcan et du plateau de Cheyrac.

est exclusivement formé lui-même par des brèches identiques à celles de Denise, Corneille, Saint-Michel, etc. Ici l'origine subaérienne est évidente.

Le majestueux rocher de Polignac, qui supporte les ruines d'un formidable château féodal (pl. XVII), est constitué par les mêmes brèches. C'est un témoin rattaché autrefois à la montagne de Denise (1). En

(1) Depuis que ces lignes sont rédigées, un habitant du Puy, M. Hedde, qui nous a fait l'honneur de suivre les excursions de la Société, a bien voulu me faire savoir que des travaux ont été effectués tout récemment pour sonder et nettoyer un puits pratiqué dans le rocher de Polignac. On serait descendu jusqu'à une profondeur de 83 mètres sans sortir des brèches. M. Hedde voit dans ce fait un argument concluant contre mes hypothèses sur l'origine des rochers isolés des brèches volcaniques. Or, en tenant pour exactes les observations rapportées par M. Hedde, je ne pense pas qu'elles infirment en rien les dites conclusions. L'altitude du rocher de Polignac est de 806 mètres. L'eau jaillit au fond du puits à 83 mètres de profondeur, c'est à dire à une altitude de 723 mètres, *supérieure* de 20 mètres à l'altitude du fond de la vallée pliocène à Polignac même. Je rappellerai que sur certains points des environs du Puy (Laval, près de Vals), le fond de la vallée pliocène est à 683 mètres.

prenant le chemin qui longe le cimetière et va rejoindre la route de Blanzac, la Société a pu voir affleurer, au-dessous des brèches, des sables jaunes, riches en petits cailloux de phonolite. On y a trouvé des molaires de *Mastodon arvernensis*.

Au-delà le petit bassin de Blanzac permet de faire l'étude des argiles sableuses bigarrées qui forment la plus grande partie des dépôts oligocènes de la Haute-Loire. Vers le haut ces argiles admettent des intercalations de marnes, avec petits lits de calcaires marneux paraissant représenter, en dehors des environs immédiats du Puy, le niveau de Ronzon.

Après avoir dépassé le hameau de Cussac, nous descendons de voiture pour traverser le ruisseau et nous rendre à Solilhac. Cette localité est connue par des dépôts détritiques renfermant une faune de Mammifères, intermédiaire, comme celle du *Forest-bed* anglais, entre le Pliocène supérieur et le Quaternaire ou Pleistocène : *Elephas* cf. *meridionalis*, *Rhinoceros Merckii*, *Equus caballus*, *Hippopotamus*, plusieurs espèces de grands Cervidés, etc. Ces dépôts couvrent les parois et le fond d'un cirque boisé de 1 kilomètre de diamètre environ, creusé dans des coulées de basalte pliocène et dans les marnes oligocènes. Ils arrivent jusqu'au fond du vallon. Des lambeaux épars sur d'autres points, au bas de l'Oulette, à Roche-Limagne, etc., prouvent que ce placage avait autrefois une étendue bien plus considérable.

La partie inférieure de la formation consiste en argiles limoneuses ou sableuses, grises, micacées et de sables, dont les affleurements sont rares mais qu'on peut facilement observer à l'aide d'un sondage. Ces argiles ont livré des squelettes complets de Cervidés et de Bœufs. Au-dessus de ces couches la grande masse du placage est formée par un terrain composé de sables, de graviers, avec une multitude de blocs anguleux de toutes grosseurs et pouvant dépasser un mètre cube. Beaucoup de ces blocs sont basaltiques; le granite est également très répandu, aussi bien en menus détritus qu'en cailloux volumineux. Ce terrain présente parfois une stratification assez nette ; dans ce cas, on voit de petites couches de projections volcaniques remaniées et intercalées dans la masse plus hétérogène.

L'origine de ces terrains est très difficile à préciser. Les regrettés géologues du Puy, Aymard, Robert, ainsi que Tournaire, le regardaient comme un produit d'éruptions boueuses. Après un examen attentif, les membres de la Société ont été unanimes à rejeter cette hypothèse qui n'explique ni la composition, ni les caractères phy-

siques, ni les dispositions topographiques du dépôt. L'origine glaciaire, soutenue par M. Julien, a été également combattue par toutes les personnes présentes. L'hypothèse la plus plausible me paraît être celle que j'ai déjà exposée ailleurs (1) dans les termes suivants :

« Les dépôts de Solilhac sont loin d'offrir tous les traits caractéristiques des moraines glaciaires. Les éléments sont disposés en couches stratifiées; je n'y ai pas trouvé de cailloux striés; la boue glaciaire est absente et les formes du terrain sont différentes de celles qui caractérisent le paysage glaciaire. Enfin, l'on ne voit pas d'où aurait pu venir le glacier édificateur d'une pareille moraine. Il n'y a, en amont, ni montagnes d'altitude suffisante, ni cirques de réception capables de retenir les neiges et de leur permettre de se convertir en névés. Si ces dépôts se rattachent à une époque glaciaire, c'est d'une manière indirecte. J'ai tout lieu de croire que le petit bassin de Blanzac a été converti, vers la fin du Pliocène ou au commencement du Pléistocène, en une sorte de lac produit par un barrage basaltique, dont les traces se voient près de Chanceaux, dans le défilé que suit le ruisseau de Blanzac pour aller se jeter dans la Loire. Les eaux sauvages, descendant des hauteurs basaltiques et primitives des environs de Saint-Paulien et de Saint-Geneys et provenant de la fonte des neiges, ont entraîné dans ce petit bassin, ou lac temporaire, des matériaux de toutes grosseurs, lesquels se sont déposés en placage à la surface de l'Oligocène. Ces matériaux se sont accrus de tous les produits de désagrégation des plateaux environnants et ont formé de petits cônes de déjections à l'entrée de tous les ravins. Plus tard, quand le bassin s'est vidé, les eaux ont enlevé en grande partie les premiers dépôts. Les témoins qui restent encore ont dû leur conservation à leur position privilégiée dans des plis du terrain, tels que le demi-cirque de Solilhac ».

Et plus loin, après avoir constaté l'absence de traces glaciaires authentiques dans le Velay :

« Les époques glaciaires n'ont pas moins joué leur rôle dans cette province. Si des glaciers permanents n'ont pu s'y établir, les grands amas de neige de l'hiver devaient fondre au printemps et produire des effets d'érosion ou de transports très considérables. Ainsi pouvait se former un terrain erratique spécial auquel Lecocq, après avoir admirablement étudié ces phénomènes, donnait le nom de *terrain névéen*. Je crois qu'il serait bon de retenir cette expression

(1) Description géologique du Velay, p. 212.

pour l'appliquer à un grand nombre de terrains d'atterrissements pléistocènes, dans des pays montagneux de faible altitude, ou dont les formes orographiques ne se prêtent pas à l'hypothèse de grands glaciers, en dehors de constatations positives. »

On trouve aussi des ossements dans cette partie des dépôts de Solilhac; mais ils sont épars et généralement brisés, fragmentés. Des fouilles seraient infructueuses; après les pluies d'orage et au printemps, on voit des débris osseux affleurer sur les coupes fraîches des ravins qui sillonnent les parois du cirque. Pour gagner le plateau qui domine Solilhac, ou Côte de l'Oulette, la Société a remonté un de ces ravins. Malheureusement, l'été que nous venons de traverser ayant été particulièrement sec, la fraîcheur des coupes laissait à désirer et l'on n'a pu trouver que quelques fragments d'os de Mammifères fossiles.

La Côte de l'Oulette est formée par une nappe basaltique du Pliocène moyen surmontée par trois cônes de scories. Au pied du cône occidental, ou Mont-Courant, se trouve le fameux gisement de Mammifères fossiles de Vialette. On peut aussi recueillir des ossements fossiles sur la pente du cône de Ceyssaguet, dans un terrain meuble provenant de la dégradation des flancs du volcan. Cette contrée permet de se faire une idée de l'importance des phénomènes d'érosion qui ont eu lieu, dans le Velay, entre l'époque où vivait la faune des Mammifères fossiles de Vialette et celle où vivait la faune de Solilhac, les deux catégories de gisements étant séparées par une différence d'altitude de plus de 100 mètres.

En gravissant la côte de l'Oulette, nous avons traversé une grande faille N.O.-S.E., limitant, vers le Sud, la grande bande granitique qui sépare le bassin du Puy du bassin de l'Emblavès. Cette sorte de *horst* est postérieur à l'Oligocène, dont on trouve des lambeaux isolés à l'altitude de 896 mètres. Il est antérieur au Pliocène moyen, puisque les coulées de cette époque n'ont pas été dérangées de leur position primitive. Les observations que nous pourrons faire dans le massif du Mézenc permettront de préciser l'âge de ces failles (Miocène supérieur).

De Ceyssaguet, il est facile de se rendre compte de ces phénomènes. Abrités sous le front vertical de la nappe basaltique, à son contact avec le granite, nous jouissons de la vue d'un splendide panorama. A 250 mètres sous nos pieds, la Loire coule dans les gorges sauvages de Peydereyre, qui coupent le voussoir granitique comme d'un trait de scie. En face de nous, la masse du horst, assombrie par une grande forêt de pins, le Bois-Noir. Un petit volcan, le Mont-Serre,

est assis sur ce gigantesque piédestal ; la coloration rougeâtre de ses scories nous le fait aisément reconnaître. De chaque côté du relief granitique, une topographie plus douce, un pays plus cultivé, avec de nombreux villages ; à droite, c'est-à-dire vers le Sud-Est, le bassin du Puy ; à gauche, c'est-à-dire vers le Nord-Est, l'Emblavès, noyé dans des flots de lumière. Le fond est une plaine unie qu'animent les jolis villages de La Voûte-sur-Loire et de Saint-Vincent ; au-delà de cette plaine, plusieurs rideaux de collines, où de grands espaces dénudés laissent voir les couleurs bariolées de l'Oligocène et que couronnent des lambeaux de coulées volcaniques. A l'horizon, les montagnes phonolitiques du Mégal d'un ton gris très doux.

L'heure est avancée. Nous nous arrachons à la contemplation de cette vue aussi intéressante que grandiose et nous traversons de nouveau le triste plateau de l'Oulette pour aller voir, près de Vialette, le gisement où ont été trouvés tant de débris de Mammifères du Pliocène moyen. Arrivés sur l'emplacement exact qui a fourni les belles pièces de *Mastodon Borsoni* du Musée de Lyon et de la collection Vinay, nous avons pu recueillir un certain nombre de débris bien déterminables. Un de nos plus aimables confrères, M. Gouverneur, a trouvé un beau morceau de molaire de *Mastodon Borsoni*. Nous reprenons nos voitures à Blanzac, et c'est à la lumière du gaz que la Société rentre dans la ville du Puy.

NOTE SUR LA SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE DES FAUNES DE MAMMIFÈRES PLIOCÈNES D'EUROPE ET DU PLATEAU CENTRAL EN PARTICULIER,

par **Charles DEPÉRET.**

La réunion de la Société Géologique au Puy, en septembre 1893, a remis à l'ordre du jour la question de l'âge des éruptions du Velay et du Plateau Central français en général, c'est-à dire du synchronisme des formations continentales et volcaniques de cette région avec les formations sédimentaires des grands bassins pliocènes, marins et lacustres. La détermination de l'âge absolu de ces épanchements volcaniques repose sur l'étude des débris de plantes et surtout de Mammifères terrestres conservés dans les alluvions

fluviales ou dans les produits de projection des volcans (tufs et cinérites). C'est même ce point de vue stratigraphique qui donne à l'étude précise du niveau des flores et des faunes pliocènes du Plateau Central un intérêt tout particulier.

Dans un mémoire publié en 1885 sur les Vertébrés pliocènes d'Europe (1), j'ai eu l'occasion de m'occuper du classement stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes de l'Auvergne et du Velay. J'ai été amené alors, par suite de comparaisons générales, à considérer la célèbre faune à *Mastodon Arvernensis*, *Equus Stenonis*, *Bos elatus* et nombreux Cerfs, de la montagne du Perrier près Issoire, et les faunes analogues du bassin de la Haute-Loire (Vialette, environs du Puy) comme le représentant typique du *Pliocène supérieur* sur le même horizon que les couches fluvio-lacustres de l'Astésan et du Val d'Arno, en Italie. Je rattachais encore, il est vrai, au Pliocène supérieur, à titre de subdivision moins importante, un niveau un peu plus jeune, caractérisé par l'abondance de l'*Elephas meridionalis*, et surtout par l'introduction d'un assez grand nombre d'espèces quaternaires ou même actuelles ; c'est le niveau de St-Prest et de Durfort, représenté en Auvergne par les gisements de Malbattu, de Peyrolles, etc. Quant aux faunes à *Hipparion* du *Pliocène moyen* et *inférieur* (Montpellier, Perpignan, Red Crag d'Angleterre), je n'en constatais dans tout le Plateau Central aucune espèce de trace.

Cette classification des faunes de Vertébrés pliocènes d'Europe, conforme d'ailleurs dans ses grands traits à celle qui avait été admise par mon excellent maître, M. le professeur Gaudry, dans ses *Enchaînements du monde animal*, a été, depuis cette époque, adoptée d'une manière unanime par les plus éminents spécialistes de l'étranger : je me bornerai de citer en Angleterre les noms de MM. Cl. Reid (2), Newton (3), Lydekker (4) ; en Allemagne de M. Zittel (5). En France, il n'en a pas été tout à fait de même : MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas en Auvergne (6), ont cru devoir reculer le niveau de la faune de Perrier jusqu'au pliocène

(1) Depéret. *Ann. sc. géol.* 1885, t. XVII.

(2) Cl. Reid. *The pliocene deposits of Britain* (Memoirs geol. Survey. London, 1890).

(3) Newton. *The Vertebrate of the pliocene deposits of Britain* (Mem. geol. Survey, London, 1891).

(4) Lydekker. *Catalogue of fossil Mammals in Brit. Mus.* vol. IV, p. XV.

(5) Zittel. *Handbuch der Paleontologie*, tableau p. 64, vol. IV.

(6) Michel-Lévy et Munier-Chalmas. *Etude sur les environs d'Issoire* (Bull. Soc. géol., t. XVII, p. 267

moyen en s'appuyant sur l'analogie de la flore des cinérites du Cantal et du Mont-Dore avec la flore subtropicale des tufs de Meximieux (Ain).

Dans le bassin du Puy, M. Boule (1) a rapporté également au pliocène moyen l'horizon des *sables à Mastodontes* qui contiennent une faune de Mammifères identique à celle de Perrier, bien que la flore de ce niveau soit pourtant assez différente de celle des cinérites et dénote dans son ensemble un climat beaucoup plus tempéré.

Je me propose de développer dans la présente Note les raisons stratigraphiques et paléontologiques qui m'empêchent de pouvoir admettre les conclusions de ces savants et m'engagent à maintenir dans son intégrité la classification des faunes pliocènes, telle que je l'ai rappelée sommairement plus haut. La discussion de ce point relatif à l'Auvergne m'entraînera d'ailleurs à reprendre, avec de nouveaux faits et de nouvelles preuves, la question des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et même de la classification du système Pliocène en général.

1° QUESTION DE LA FLORE DES CINÉRITES

J'ai déjà dit que la fixation de l'âge absolu des éruptions pliocènes du Cantal et du Mont-Dore reposait en grande partie sur l'intercalation, au sein des produits volcaniques, de cinérites contenant une flore que l'on a rapprochée de celle des *tufs de Meximieux* (Ain) : on sait que la stratigraphie et la faune ont permis à MM. Delafond (2) et Depéret (3) d'attribuer ces tufs ainsi que les *sables de Trévoux* qui leur correspondent dans la vallée de la Saône, à l'horizon du *pliocène moyen* ou *Astien*.

Ces niveaux de cinérites à plantes abondent dans toutes les régions volcaniques du Plateau Central. Les plus connues sont celles du Pas-de-la-Mougudo, près de Vic-sur-Cère et de St-Vincent, intercalées vers le milieu de la série éruptive du Cantal. Le caractère de cette flore résulte surtout de la présence de plantes subtropicales, telles que le Bambous (*Bambusa ludgdunensis* Sap.) des Laurinées (*Oreodaphne Heeri, Sassafras Ferreti*) associées à des arbres de climat tempéré, tels que des Tilleuls, des Hêtres, des Chênes, etc., association qui se retrouve en effet dans la flore de Meximieux.

(1) Boule. *Descr. géol. du Velay* (Bull. Serv. carte géol nº 28, p. 168 et suiv.)
(2) Delafond. *Note sur les tufs de Meximieux* (Bull, Soc. géol., 3ᵉ sér., t. XV, p. 62).
(3) Depéret. *Sur l'âge des sables de Trévoux* (C. R. Ac. sc. Paris, 28 janv. 1889).

Dans le massif du Mont-Dore, M. Michel-Lévy (1) cependant a montré que les cinérites à plantes occupent plusieurs niveaux, les uns dans la cinérite domitique inférieure (La Bourboule), les autres dans la cinérite supérieure (saut de la Pucelle, Varenne près le lac Chambon, le Vernet). « Malheureusement, ajoute-t-il, leur étude paléontologique n'a pas été poussée à fond, et l'on s'est toujours borné à les rapprocher du gisement classique de Meximieux ».

MM. Michel-Lévy et Munier-Chalmas ont indiqué ce même niveau à plantes avec *Bambusa Lugdunensis*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Carpinus*, etc., au sein même des alluvions ferrugineuses qui contiennent la classique faune à *Mastodon Arvernensis* de Perrier et l'ont attribué en conséquence au pliocène moyen.

Dans la Haute-Loire, M. Boule a cité des *sables à Mastodontes* du Puy, à faune de Perrier, l'existence d'une série de gisements de plantes, dont le plus riche est celui de Ceyssac étudié par M. de Saporta (2). La flore de Ceyssac ne contient ni le Bambou, ni les Laurinées de Meximieux et du Cantal; elle se compose d'arbres des genres *Pinus*, *Abies*, *Alnus*, *Ulmus*, *Populus*, *Salix*, *Fraxinus*, *Acer*, *Pyrus* vivant encore à l'époque actuelle dans toute la France et ne paraissant nullement indiquer un climat tropical. M. de Saporta a déclaré que ces végétaux se rapportaient à une période rapprochée, quoique sans doute un peu plus jeune que celle des cinérites du Cantal.

En résumé, pour M. de Saporta, comme pour les géologues qui ont décrit les régions volcaniques du Plateau Central, toutes ces flores seraient sensiblement du même âge et correspondraient exactement à la flore de Meximieux, c'est-à-dire au pliocène moyen.

Or, c'est là une conclusion stratigraphique qu'il me paraît impossible d'accepter. Il résulte en effet des recherches de plusieurs paléophytologistes, M. l'abbé Boulay, M. Ristori et M. de Saporta lui-même, que la flore de Meximieux, loin de caractériser un niveau précis tel que le pliocène moyen, se retrouve identique à tous les niveaux du système pliocène depuis la base du pliocène inférieur jusqu'au pliocène le plus récent.

Ainsi à Théziers (Gard), M. l'abbé Boulay (3) a fait connaître l'existence de deux niveaux de plantes l'un près de la gare de Théziers, placé vers la base des argiles bleues du pliocène inférieur;

(1) Michel-Lévy. *Bull. Soc. géol.*, réunion Clermont-Ferrand.

(2) De Saporta, *Sur les caractères propres à la végétation pliocène* (Bull. Soc. géol. 3e sér., t. I, p. 226).

(3) Boulay. Académie de Vaucluse.

l'autre vers le sommet des collines de Vacquières dans les couches saumâtres à *Potamides Basteroti* du pliocène moyen; or ces deux niveaux de plantes contiennent une flore identique qui a tous les caractères de la flore de Meximieux.

Au Val d'Arno, bassin lacustre isolé qui représente vraisemblablement toute l'épaisseur du pliocène, M. Ristori (1) a montré, contrairement à l'opinion de Gaudin et de Strozzi, que la flore des argiles à lignites de la base de la série ne saurait être distinguée de celle des sables et graviers ferrugineux (*sansino*) fluviatiles, qui forment la partie supérieure du bassin lacustre. La flore du Val d'Arno est une et possède d'ailleurs un caractère général tout à fait comparable à la flore de Meximieux et des cinérites par la présence de plusieurs Laurinées (*Sassafras Ferreti*, *Oreodaphne Heeri*, *Persea*, *Laurus*) et autres formes communes aux deux gisements, *Magnolia fraterna*, *Glyptostrobus europœus*, *Liquidambar europœus*, etc). M. Ristori va même plus loin et il fait observer (*loc. cit.* p. 147) « qu'il est très dangereux de tirer des arguments stratigraphiques fondés sur les flores fossiles, lesquelles se ressemblent beaucoup, bien qu'elles appartiennent à des périodes géologiques assez distantes. La flore pliocène en particulier a trop d'espèces communes avec la flore miocène pour pouvoir servir de base à des considérations stratigraphiques. »

Enfin, M. de Saporta fournit lui-même une preuve décisive de l'unité de la flore pliocène. On lit en effet dans un chapitre sur les flores fossiles que ce savant a écrit dans un livre tout récent de M. Falsan sur les *Alpes françaises* (t. II, p. 69), la phrase suivante : « *Dans la première moitié du pliocène*, les calcaires concré- » tionnés de Meximieux, ceux de la Valentine, près de Marseille, les » lits marneux de Théziers et de Durfort dans le Gard et d'autres » gisements de l'Ardèche et de la Drôme sont curieux à interroger ; » ils permettent de constater les changements survenus d'un bout » à l'autre de la vallée du Rhône, en Provence comme aux envi- » rons de Lyon, sur la lisière même de la région des Alpes et au » contact de ces montagnes. »

Ainsi, pour M. de Saporta, les divers gisements précités sont synchroniques et appartiennent à la *première moitié du pliocène*. Or, il m'est facile d'indiquer par des observations personnelles, la position stratigraphique exacte de chacun de ces gisements. Ceux

(1) Ristori. *Contrib. alla flora foss. d. Val d'Arno sup.* (Atti Soc. Toscana sc. nat., t. VII, 1886). — Id. *Consid. geol. s. Val d'Arno* (id., p. 256 et suiv.).

de Théziers appartiennent à la base du pliocène inférieur et au pliocène moyen; celui de Meximieux est du pliocène moyen ; celui des tufs de la Valentine est superposé à des cailloutis à *Elephas meridionalis* et j'ai considéré ces travertins, sur la feuille de Marseille, comme de la fin du pliocène. Il en est de même du gisement de Durfort qui a fourni, avec le beau squelette d'*Elephas meridionalis* du Muséum de Paris, une faune très voisine de la faune quaternaire et qui appartient en conséquence à la limite du pliocène et du quaternaire. Il résulte clairement de ces constatations que la flore pliocène n'a subi depuis le début jusqu'à la fin de cette époque que des changements sans importance, et qu'il est dangereux de faire appel pour le classement des produits volcaniques du Plateau Central, à un critérium, qui, entre les mains d'un habile paléophytologiste comme M. de Saporta, conduit à des rapprochements stratigraphiques aussi manifestement erronés.

2° CHRONOLOGIE DU SYSTÈME PLIOCÈNE PAR LA SUCCESSION DES FAUNES DE MAMMIFÈRES TERRESTRES

Pour établir les divisions naturelles du Pliocène, il est rationnel de s'adresser aux dépôts marins, dont les caractères sont plus généraux que ceux des formations terrestres, et surtout qui traduisent mieux les grandes modifications géographiques intervenues. Une fois les étages marins reconnus, on peut paralléliser avec eux les dépôts continentaux à l'aide des animaux terrestres enfouis çà et là dans les couches marines, et surtout en utilisant les régions où les dépôts d'eau douce à faune terrestre sont en relation stratigraphique avec les dépôts marins.

On distingue nettement dans le faciès marin du Pliocène trois étages : le *Pliocène inférieur* ou *Plaisancien*, dont le type est dans les argiles bleues subapennines ; ensuite le *Pliocène moyen* ou *Astien*, fondé sur les sables jaunes très fossilifères du pays d'Asti où ils surmontent avec évidence l'étage des argiles bleues.

Ces deux étages marins se retrouvent, *malgré quelques variations ou quelques substitutions locales de faciès, en somme peu importantes*, non seulement en Italie, mais sur presque tout le pourtour du bassin méditerranéen. Ils sont étroitement unis l'un à l'autre par leur distribution géographique et même par leur faune (qui dénote une mer assez chaude), de sorte que l'on pourrait à la rigueur, avec MM. de Rouville, de Stefani, Welsch, etc., les considérer comme les deux phases successives, la seconde plus littorale, d'un même

dépôt, sur un fond de mer en voie d'exhaussement graduel. Mais il ne faut pas oublier que ces deux étages *représentent à eux seuls la plus grande partie du Pliocène* au point de vue de l'importance des dépôts et probablement aussi de la durée.

Après le dépôt des sables jaunes astiens, une régression importante de la mer se manifeste presque partout en Italie, qui acquiert à très peu près alors son contour géographique actuel, de sorte que les dépôts de l'*Astien* ne sont plus surmontés que par des formations d'eau douce ou continentales du *Pliocène supérieur*. Il résulte de cette régression, générale dans tout le bassin méditerranéen occidental, que les *dépôts marins du pliocène supérieur* sont restés en grande partie sous les eaux de la mer actuelle, sauf quelques lambeaux émergés, tels que les sables à *Cyprina Islandica* de Livourne, de Monte-Mario, de la Calabre, de Sicile, auxquels on peut joindre les couches à *Strombus mediterraneus* de Palerme et d'autres points de l'Italie. Ces plages anciennes contiennent une faune moins chaude que celle du vrai pliocène, et caractérisée par l'apparition d'un certain nombre d'espèces des mers froides. M. de Stefani (1) désigne ces dépôts sous le nom de *post-pliocènes* et on peut leur appliquer le nom de *Sicilien* (de Lapparent) qui servira ainsi à désigner le faciès marin du *Pliocène supérieur*.

Je vais maintenant essayer d'indiquer la répartition stratigraphique des Mammifères pliocènes, relativement à ces trois étages, en les étudiant par régions.

ITALIE

Les débris de Mammifères terrestres sont très rares, ainsi que cela est à prévoir, dans le faciès marin du *Plaisancien* et de l'*Astien*. Je ne connais même aucun débris authentique des argiles bleues à faune marine : le *Rhinoceros leptorhinus* de Monte-Zago, que j'ai autrefois attribué à ce niveau, appartient en réalité à l'Astien. C'est seulement à la partie tout à fait supérieure de ce dernier étage que les ossements d'animaux terrestres commencent à se montrer avec abondance. La région la plus riche est le pays d'Asti, où la coupe du Pliocène est en même temps des plus nettes, ainsi que l'a montré M. Sacco (2). Les sables jaunes d'Asti reposent sur les argiles bleues plaisanciennes et passent insensiblement en haut à des couches d'estuaire, sablo-marneuses, avec quelques bancs d'Huîtres, zone

(1) De Stefani. *Les terrains tertiaires supérieurs du bassin de la Méditerranée.*
(2) Sacco. *Il bacino tert. del Piemonte.*

pour laquelle M. Sacco a proposé le nom d'étage *Fossanien;* cette zone limite entre le pliocène moyen et le pliocène supérieur est surmontée à son tour par les couches fluvio-lacustres (marneuses, sableuses ou caillouteuses suivant les points) du *Villafranchien* de Pareto, équivalent continental du pliocène supérieur.

C'est au sommet des sables jaunes, dans les couches déjà un peu saumâtres du Fossanien que l'on trouve, d'après M. Sacco (qui a bien voulu me montrer ces pièces au musée de Turin), quelques Mammifères terrestres : *Mastodon Arvernensis*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Cervus* sp., associés à des Mammifères marins. Quelques molaires de ces Proboscidiens portent encore des Huîtres fixées sur leur surface, ce qui ne laisse aucun doute sur leur gisement au sommet des couches marines de l'Astésan.

La même faune se retrouve d'ailleurs, plus abondante encore, dans les couches fluvio-lacustres du *Villafranchien*, dans les localités de Solbrito, San Paolo, Dusino, Villafranca, Ferrere, Fossano, etc., d'où proviennent : *Mastodon Arvernensis*, *M. Borsoni*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Equus Stenonis*, *Cervus* sp. On a extrait de ces couches un squelette presque entier de *M. Arvernensis* (vallée de Stanavasso), et un autre presque complet de *Rh. etruscus* (C. Crotino).

Ainsi, dans la vallée du Pô, une faune de Mammifères, identique à celle de Perrier, et caractérisée surtout par l'apparition des genres *Elephas*, *Equus* et *Bos* apparaît dans les couches de passage du pliocène moyen au pliocène supérieur et caractérise surtout le pliocène supérieur dans son ensemble. Il importe d'attirer l'attention sur la coexistence incontestable dès le sommet de l'Astien du pays d'Asti de l'*Elephas meridionalis* et du *Mastodon Arvernensis*, association qui se retrouve d'ailleurs partout en Italie, et aussi en France, comme on le verra plus loin.

Dans les autres régions pliocènes marines de l'Italie, on retrouve des faits analogues. En Toscane, M. de Stefani (1) indique le *Mastodon Arvernensis* dans les zones élevées du pliocène marin à Corniano et Montopoli, près San Miniato, et le *Sus Strozzii* à Empoli. Plus au Sud, dans la région de Sienne, le même géologue cite le *Bos etruscus* (= *elatus*) dans des couches de sables jaunes à *Cardium edule* qui reposent sur le pliocène marin typique, et sont recouvertes par les couches d'eau douce de la gare de Sienne décrites par M. de

(1) De Stefani. *Molluschi continent. plioc. Italia* (Atti Soc. Tosc. sc. nat., Pisa).

Mortillet; mais la faune est beaucoup moins riche que dans l'Astésan.

Il existe en Italie d'autres gisements de Mammifères pliocènes dans des bassins d'eau douce plus ou moins isolés des formations marines. Le plus riche est le bassin du Val d'Arno (1), en amont de Florence, où se sont déposées de puissantes couches fluvio-lacustres dans un lac d'eau douce, séparé seulement de la mer pliocène par un simple cordon littoral; il est probable que les dépôts du Val d'Arno représentent un faciès d'eau douce de tout l'ensemble du pliocène. A la base, on observe des argiles avec lignites exploités qui ont fourni beaucoup d'empreintes de plantes et une belle faune de Mollusques décrite par M. de Stefani; mais ces couches inférieures n'ont donné, en fait de Mammifères, que le *Mastodon arvernensis* (Monte-Carlo), un Tapir et un *Machairodus* (Terranuova), c'est-à-dire une faune sans caractère bien déterminé. C'est dans les couches de graviers ferrugineux (sansino) qui terminent la série du Val d'Arno que se trouve la riche *faune dite du Val d'Arno* avec *Mastodon Arvernensis*, *M. Borsoni*, *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Equus Stenonis*, *Hippopotamus major*, *Bos elatus*, *Cervus Perrieri*, etc., c'est-à-dire une faune identique à la faune du pliocène supérieur de l'Astésan et à celle de Perrier. M. de Stefani a récemment donné (2) une liste révisée de la faune du Val d'Arno, à laquelle je renverrai le lecteur.

Le bassin lacustre de l'Ombrie (Pérouge, Spoleto) présente des faits analogues au Val d'Arno. Les couches inférieures sont des argiles avec Mollusques d'eau douce et débris de Batraciens, et c'est seulement dans les couches les plus élevées que l'on a recueilli à Papiano, Frontignano, Assisi, Campignano, etc. : *Elephas meridionalis*, *Rhinoceros etruscus*, *Equus Stenonis*, *Bos elatus*, *Cervus*, *Canis etruscus*, c'est-à-dire la faune du Val d'Arno, sauf le Mastodonte qui fait défaut jusqu'ici dans ce bassin.

D'autres bassins lacustres isolés dans les plis de l'Apennin ont aussi fourni çà et là quelques débris de Mammifères. De la vallée du Serchio proviennent : *Mastodon Arvernensis*, *Tapirus*, *Sus*, *Emys* (bassin de Castelnuova) et de couches un peu plus élevées : *Equus Stenonis*, *Rhinoceros etruscus* (bassin de Bargo). Dans la vallée de Magra, on a découvert, à la base, *Mastodon Arvernensis*, et dans des couches un peu plus élevées à Olivola : *Bos elatus*, *Rhinoceros etrus-*

(1) De Stefani. *Moll. continent. plioc. Italia.* — Ristori. *Consid. geol. s. Val d'Arno sup.*

(2) De Stefani. *Ter. tert. sup. Médit.*, p. 313.

cus, *Palæoryx Meneghinii*, *Equus intermedius*, etc. Des découvertes analogues ont été faites dans la haute vallée du Tibre, dans la haute vallée de l'Arno (Casentino), dans la vallée du Sieve, dans le bassin de Leffe (Lombardie). Il est probable qu'une partie de ces couches d'eau douce représente le pliocène inférieur et moyen, mais la plus grande partie des niveaux fossilifères se rapporte au pliocène supérieur, sans qu'il soit possible de délimiter exactement ces divers étages.

En résumé, on voit qu'en Italie il n'y a qu'une seule faune de Mammifères pliocènes bien caractérisée : cette faune débute dans les zones tout à fait élevées du pliocène marin de l'Astéran et de la Toscane, mais est surtout abondante dans les formations fluvio-lacustres du pliocène supérieur du pays d'Asti, du Val d'Arno, de l'Ombrie. Les espèces les plus caractéristiques sont le *Mastodon arvernensis* partout associé à l'*Elephas meridionalis*, l'*Hippopotamus major*, le *Rhinoceros etruscus*, l'*Equus Stenonis*, le *Bos elatus*, des Cerfs, c'est-à-dire une association tout à fait semblable à la faune de Perrier (sauf l'Eléphant) et à celle de Chagny, dans la vallée de la Saône.

Quant à la faune terrestre du pliocène moyen et du pliocène inférieur, elle est extrêmement pauvre en Italie où l'on peut à peine citer le *Mastodon Arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus*, un Tapir et un *Machairodus*. Cette pauvreté d'espèces explique pourquoi la faune terrestre du pliocène ancien n'a pu être distinguée nettement de celle du pliocène récent par les géologues italiens. C'est en France et en Angleterre qu'il faut maintenant nous transporter pour y reconnaître les caractères distinctifs de ces deux niveaux de Mammifères pliocènes.

FRANCE

Les vallées du versant méditerranéen donnent de bons types du pliocène marin avec d'excellents gisements de Mammifères terrestres. Ainsi on retrouve, en Provence, dans la vallée du Rhône, en Languedoc, en Roussillon, les argiles bleues à faune marine du Plaisancien recouvertes par les sables jaunes à *Ostrea cucullata* de l'Astien; ceux-ci prennent parfois (Visan, Théziers, Montpellier, Espira) vers le haut un faciès saumâtre ou d'estuaire caractérisé par l'abondance du *Potamides Basteroti* et des Auricules. En quelques points même (Montpellier, Roussillon) la régression de la mer avant la fin du pliocène moyen a permis la formation de dépôts fluvio-

lacustres superposés aux sables jaunes et riches en Mammifères terrestres. Quant au Pliocène supérieur, il est représenté par des nappes de graviers et de cailloutis, ferrugineux, à éléments altérés, d'origine torrentielle, qui recouvrent les plateaux à de grandes hauteurs au-dessus des vallées actuelles.

En ce qui concerne les Mammifères terrestres, les *sables marins de Montpellier* qui représentent, ainsi que l'a montré M. Viguier, un faciès sableux de l'ensemble du Plaisancien et de l'Astien, contiennent une belle faune décrite par Gervais et caractérisée par le *Mastodon arvernensis*, le *Rhinoceros leptorhinus*, l'*Hipparion*, de grandes Antilopes (*Palæoryx Cordieri*), des Cerfs aux bois peu ramifiés (*Cervus australis*, *C. Cauvieri*, l'*Hyænarctos insignis*, etc. Dans les *marnes d'eau douce du Palais-de-Justice* qui couronnent les sables marins, on retrouve une faune identique avec adjonction de débris de singes (*Semnopithecus monspessulanus*, *Macacus priscus*).

Dans le golfe pliocène du Roussillon, on observe la succession typique des argiles bleues plaisanciennes, puis des sables jaunes astiens à *Ostrea cucullata* et *Potamides Basteroti*, couronnés à leur tour par une puissante série fluvio-lacustre qui contient une riche faune du pliocène ancien, très voisine de la faune de Montpellier, notamment : *Mastodon Arvernensis*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Hipparion crassum* très abondant, *Palæoryx boodon*, *Cervus australis*, un grand singe (*Dolichopithecus ruscinensis*) voisin du *Mesopithecus* miocène. Dans les gisements du Roussillon, si complètement explorés par le Dr Donnezan, on remarquera l'absence, si constante dans la faune pliocène ancienne, des genres *Bos*, *Equus* et *Elephas*.

Au nord de Lyon, la grande vallée de la Saône, ou région de la Bresse, formait, à l'époque pliocène, une vaste cuvette qui a été remplie par des formations fluvio-lacustres. La succession assez complexe de ces couches comprend, si l'on s'en tient aux faits généraux :

1° Un étage inférieur lacustre, formé de sables fins, de marnes parfois lignifères, et contenant une riche faune de Mollusques de faciès levantin (couches à Paludines); vers le milieu de cet étage s'intercalent au Nord les minerais de fer à Mastodontes de la Côte-d'Or et de la Haute-Saône. Les Mammifères terrestres de cet étage, qui représente le Pliocène inférieur sont : les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni*, le *Rhinoceros leptorhinus*, un Tapir, l'*Hipparion* (trouvé dans le minerai de fer à Autrey), le *Palæoryx Cordieri*, le *Mus Donnezani* et une grande Loutre (*Lutra Bressana*). La présence de l'*Hipparion*, du *Palæoryx Cordieri*, l'absence des Eléphants, des

Chevaux et des Bœufs donnent à cette faune de la Bresse lacustre tous les caractères de la faune pliocène ancienne de Perpignan et de Montpellier.

2° Avec le pliocène moyen débute en Bresse le faciès fluviatile qui va continuer ensuite jusqu'à nos jours. Dans des vallées creusées aux dépens des couches lacustres inférieures, se sont déposés des sables et des cailloutis avec travertins intercalés (*sables de Trévoux, cailloutis de Montluel, tufs de Meximieux*) pauvres en Mollusques, mais contenant une riche flore devenue classique (flore de Meximieux) et quelques Mammifères terrestres, tels que *Mastodon Arvernensis, Rhinoceros leptorhinus, Tapirus Arvernensis, Ursus Arvernensis, Palœoryx Cordieri, Cervus australis*. Les Ruminants indiquent une faune analogue à celle de Montpellier et très probablement identique à celle du pliocène inférieur bressan, bien que l'on n'y ait pas encore jusqu'ici découvert l'*Hipparion*.

3° Le pliocène supérieur est représenté en Bresse par des nappes largement étalées de sables et de graviers fluviatiles, disposés en terrasses étagées à divers niveaux qui indiquent les étapes successives du creusement des vallées. Dans la vallée de la Saône à Chagny et sur une foule de points du chemin de fer de Dijon à Beaune, ces sables et graviers ferrugineux ont fourni une riche faune de Mammifères terrestres d'un caractère nettement différent de celui des faunes anciennes ci-dessus indiquées. On y trouve le *Mastodon Arvernensis* associé à l'*Elephas meridionalis*, le *Rhinoceros etruscus*, le Tapir, l'*Equus Stenonis*, le *Bos elatus*, une Gazelle et plusieurs Cerfs de Perrier (*Cervus Perrieri, C. Etueriarum, C. cusanus*). L'apparition de l'Eléphant, du Cheval et du Bœuf montre nettement qu'il s'agit ici d'une faune rigoureusement synchronique des faunes du pliocène récent d'Italie, et aussi des faunes de Perrier, de Vialette, du Coupet, des sables à Mastodontes du bassin du Puy.

4° Enfin, il existe en Bresse un dernier horizon de Mammifères pliocènes, celui des *marnes et sables de Châlon-St-Cosme* qui contiennent l'*Equus Stenonis*, le *Cervus megaceros*, le *Trogontherium*, et se placent en conséquence à la hauteur de l'horizon de St-Prest, c'est-à-dire à la limite du quaternaire.

En résumé, la grande vallée de la Saône nous donne l'exemple le plus clair de la succession des faunes de Mammifères pliocènes depuis le pliocène inférieur jusqu'à l'aurore de la faune quaternaire. La superposition de la *faune de Perrier* sur la *faune de Montpellier* s'y présente dans des conditions stratigraphiques indiscutables.

Dans toute la région volcanique du Plateau Central, il n'existe,

au contraire, ainsi que je l'ai indiqué en 1885, aucun indice de la faune pliocène ancienne. Les gisements de Perrier et d'Ardé dans le Puy-de-Dôme, ceux du Coupet, de Vialette, des sables à Mastodontes du Puy sont caractérisés par la présence du *Rhinoceros etruscus*, de l'*Equus Stenonis*, du *Bos elatus*, de nombreux Cervidés, et appartiennent en conséquence déjà au pliocène supérieur. Il est vrai que l'*Elephas meridionalis* n'accompagne pas le *Mastodon Arvernensis* dans les gisements de Perrier et du bassin du Puy, mais c'est là un fait local sans importance, puisque la coexistence de ces deux Proboscidiens est la règle à ce niveau dans tout le reste de l'Europe (Italie, France, Angleterre). D'autres gisements du bassin du Puy (Sainzelles, la Malouteyre) représentent un niveau du pliocène supérieur un peu plus élevé que le précédent, quoique très peu différent au point de vue paléontologique, si l'on excepte l'abondance particulière à ce niveau de l'*Elephas meridionalis*. Enfin, l'horizon de St-Prest se trouve lui-même représenté avec sa faune de passage dans les gisements de Malbattu, Peyrolles (Puy-de-Dôme) et dans celui de Solilhac aux environs du Puy; peut-être devrait-on à plus juste titre le considérer comme le début du quaternaire.

ANGLETERRE

Sur la côte de la mer du Nord, le dépôt pliocène le plus ancien est le *Coralline Crag* du Suffolk, composé de sables et calcaires à Bryozoaires, que M. Cl. Reid (1) considère à juste titre comme l'équivalent du pliocène inférieur à cause du faciès méridional des Mollusques, indiquant une mer à température assez élevée. Il est pourtant possible que le Crag corallin n'ait pas été l'assise tout à fait inférieure du Pliocène anglais, car on trouve à la base de ce dépôt un cordon littoral de nodules phosphatés avec des fragments d'un grès brunâtre qui contient la faune de coquilles du Diestien de Belgique (zone à *Isocardia cor*); peut-être les sables à nodules ferrugineuses de Lenham (*Lenham beds*) situés à l'altitude de 150^{m} sur les collines crétacées des North Downs représentent-ils un témoin de cette assise ancienne démantelée avant le dépôt du Crag corallin. Dans la couche de nodules du Coraline Crag, on a trouvé quelques Mammifères : *Mastodon Arvernensis*, *Rhinoceros*, *Cervus*, sans doute contemporains du dépôt.

Au-dessus du Crag corallin et en discordance complète par ravi-

(1) Cl. Reid, *loc. cit.*

nement, vient le Crag rouge (*Red Crag*) de Suffolk et de Norfolk dont la faune marine se distingue de celle du Crag corallin par un cachet moins méridional et par l'introduction d'un certain nombre de Mollusques des mers froides ; le faciès arctique de la faune se prononce d'autant plus qu'on s'élève vers les zones supérieures du dépôt. M. Reid considère le Crag rouge inférieur (*Walton Crag et Butley Crag*) en raison de la faune encore méridionale, comme l'équivalent du *Scaldisien* de Belgique et de l'Astien du Midi, tandis que les couches supérieures du Crag rouge à faune arctique appartiennent déjà au pliocène supérieur.

A la base du Crag rouge on trouve un lit de nodules phosphatés semblable à celui du Crag corrallin ; cette couche est un gisement important de débris de Mammifères dont quelques-uns proviennent d'un remaniement de l'Eocène (*Coryphodon, Hyracotherium, Pterodon*), tandis que le plus grand nombre paraît contemporain du dépôt. Les principales espèces sont : les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni*, un *Rhinoceros* attribué au *R. Schleiermacheri*, le *Tapirus Arvernensis*, un *Hipparion* (attribué peut-être à tort au *gracile*), des Cerfs particuliers (*Cervus Falconeri, verticornis, Suttonensis*), des Carnassiers (*Ailurus, Hyœnarctos*), l'*Ursus Arvernensis*. M. Newton (1) y indique en outre deux molaires d'*Elephas meridionalis* (qui serait ici plus ancien que dans aucun autre gisement du continent) et c'est aussi de ce niveau que proviendrait la problématique molaire nommée par Owen *Equus plicidens*, dont l'authenticité est des plus douteuses. Dans son ensemble, la faune des Mammifères du Crag rouge inférieur (nodule beds) est très voisine de la faune ancienne de Perpignan et de Montpellier, notamment par la persistance de genres archaïques comme l'*Hipparion* et l'*Hyœnarctos*.

Le Crag rouge supérieur (*Scrobicularia Crag*) du Suffolk, à faune plus arctique, passe latéralement vers le nord dans le Norfolk au crag fluvio-marin ou *Norwich Crag* qui contient avec les mêmes Mollusques arctiques, des coquilles d'estuaire et de rivière ainsi que des débris de Mammifères terrestres. On recueille à ce niveau le *Mastodon Arvernensis* associé à l'*Elephas meridionalis* et à une variété à dents larges de l'*Elephas antiquus*, l'*Equus Stenonis*, des Cerfs parmi lesquels le *Cervus ardeus* de Perrier et d'autres espèces spéciales (*C. Suttonensis, Falconeri, carnutorum*), une Gazelle, un *Bos* indéterminé, enfin le grand Castor de Saint-Prest (*Trogontherium Cuvieri*). L'ensemble de cette faune paraît tout à fait comparable à

(1) Newton, *loc. cit.*

la faune pliocène supérieure de Perrier, de Chagny, de l'Astésan (sauf le *Trogontherium* qui, en France, appartient à un niveau plus élevé) et justifie l'opinion de MM. Reid et Newton qui classent le Crag de Norwich dans l'étage supérieur du pliocène.

Enfin l'horizon d'eau douce connu sous le nom de *Forest bed de Cromer* contient, au sein des couches d'estuaire avec coquilles marines arctiques qui constituent la partie moyenne de la série, une riche faune de Mammifères terrestres dont les affinités quaternaires sont déjà fortement accentuées. On y trouve, avec quelques rares espèces pliocènes, comme l'*Elephas meridionalis*, l'*Equus Stenonis*, le *Rhinoceros etruscus*, le *Cervus Etueriarum* et plusieurs espèces éteintes spéciales de Cervidés, une grande quantité de formes quaternaires, telles que l'*Hyæna crocuta*, l'*Ursus spelæus*, le Bison, l'*Elephas antiquus*, le *Trogontherium* associées avec un très grand nombre d'espèces actuelles, specialement parmi les Carnassiers (*Canis lupus*, *Vulpes vulgaris*, *Mustela martes*, *Lutra vulgaris*, *Gulo luscus*), les Rongeurs et les Insectivores. Cet horizon du forest-bed peut donc être considéré comme un terme de passage entre le pliocène supérieur et le quaternaire et il serait peut-être préférable le rattacher définitivement à ce dernier terrain. Quoiqu'il en soit de cette question, il est certain que le forest-bed a pour équivalents sur le continent les couches de Saint-Prest, de Chalon-Saint-Cosme, de Durfort et probablement aussi celles de Solilhac dans le bassin du Puy.

3° CONCLUSIONS

En résumant les faits régionaux énumérés dans le chapitre qui précède, on peut formuler les conclusions suivantes :

La période pliocène a vu se succéder *deux faunes* bien distinctes de Mammifères terrestres :

1° *Une faune pliocène ancienne* (*older pliocene*) répondant au Pliocène inférieur (Plaisancien) et au Pliocène moyen (Astien). Elle est caractérisée par un grand nombre de genres archaïques, à affinités miocènes, tels que l'*Hipparion*, le *Palæoryx*, l'*Hyænarctos*, le *Dolichopithecus*, ou éteints (*Trilophiomys*, *Ruscinomys*, *Chalicomys*) ; par de grands singes à affinités asiatiques (*Semnopithecus*, *Dolichopithecus*), par l'abondance des grandes Antilopes à faciès africain (*Palæoryx Cordieri*, *boodon*) ; par la rareté et la simplicité relatives du bois des Cervidés. L'absence des genres *Equus*, *Bos* et *Elephas* constitue en outre un caractère négatif d'une très grande généralité dans toute l'Europe.

2° *Une faune pliocène récente*, qui répond au pliocène supérieur ou *newer pliocene* des Anglais. Les genres archaïques ont disparu, sauf le *Mastodon ;* le Cheval (*Equus Stenonis*) remplace l'*Hipparion ;* les Bovidés apparaissent pour la première fois en Europe (*Bos elatus*) ; les Singes persistent encore en Italie, mais sont représentés par des formes voisines (*Macacus florentinus*) du Magot actuel de Gibraltar ; l'*Elephas meridionalis* apparaît et coexiste à peu près partout avec les *Mastodon Arvernensis* et *Borsoni* (Italie, vallée de la Saône, Angleterre).

Outre ces différences capitales, il est facile de constater, en entrant dans le détail paléontologique, que même les types communs aux deux faunes pliocènes sont représentés dans la faune ancienne par des races moins évoluées et plus voisines des types primitifs que celles de la faune récente. Ainsi l'*Ursus arvernensis* de Perpignan a des molaires à mamelons plus simples, plus semblables à celles des Canidés que la race de Perrier ; le Rhinocéros de Perpignan et de Montpellier (*Rh. leptorhinus*) n'a pas la cloison nasale osseuse qui existe dans le Rhinocéros du pliocène supérieur (*Rh. etruscus*) et se développera davantage encore dans les types quaternaires ; le *Cervus ramosus* du Roussillon a des bois moins ramifiés que la race type de Perrier et se rapproche beaucoup du *Cervus Matheroni* du Leberon ; le *Capreolus australis* de Montpellier représente le *Capreolus cusanus* de Perrier, mais avec un bois plus simple, dépourvu d'andouiller supérieur. Ces exemples suffiront, je pense, pour démontrer l'ancienneté relative de la faune de Perpignan et de Montpellier par rapport aux faunes de Perrier, du bassin du Puy, de Chagny, etc. La superposition de ces deux faunes dans la Bresse confirme d'ailleurs ces déductions paléontologiques.

Or, au point de vue de l'*âge absolu*, les considérations développées dans la présente Note ont fait voir que la faune pliocène ancienne s'*élevait dans le midi de la France en particulier*, jusque dans les couches les plus hautes du pliocène moyen (Astien), et qu'il en était de même dans la vallée de la Saône (Trévoux) et en Angleterre (red crag), tandis que la faune pliocène récente caractérise seulement le pliocène supérieur, tel qu'il a été défini plus haut, et occupe cette position stratigraphique en Italie (Astésan, Val d'Arno), en France (Chagny), en Angleterre (Norwich Crag).

C'est aussi à ce dernier horizon et non au pliocène moyen, qu'appartient, au point de vue paléontologique, la faune de Perrier, d'Ardé, des sables à Mastodontes du Puy, du Coupet, de Vialette, malgré l'absence toute locale de l'*Elephas meridionalis*. La faune de

Sainzelles (bassin du Puy) que M. Boule a séparée de la faune des sables à Mastodontes pour en faire le type de son pliocène supérieur, ne diffère guère de celle de l'horizon de Perrier que par la présence de l'*Elephas meridionalis* et l'absence du Mastodonte, mais possède tous les autres caractères de la faune de Perrier et ne peut être considérée que comme une simple subdivision locale du même étage (1).

Quant à l'*horizon de St-Prest*, du forest-bed de Cromer, de Châlon-St-Cosme, de Durfort, de Malbattu et peut-être de Solhilac, il constitue une zone-limite entre le pliocène et le quaternaire et pourrait se réunir avec avantage à ce dernier système.

RÉPONSE A M. DEPÉRET SUR LA CLASSIFICATION DES FAUNES DE MAMMIFÈRES PLIOCÈNES ET SUR L'AGE DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY,

par M. **Marcellin BOULE.**

Ma réponse, à M. Depéret, que je désire faire aussi brève que possible, doit porter sur deux points : 1° sur la classification du Pliocène en général ; 2° sur l'âge que j'ai attribué aux éruptions du Velay. Ces deux questions sont d'ailleurs subordonnées.

1. SUR LA CLASSIFICATION DU PLIOCÈNE.

M. Depéret me reproche de placer, avec MM. Michel Lévy et Munier-Chalmas — on pourrait ajouter d'autres noms à ceux de ces deux savants — la faune de Mammifères dite de Perrier dans la partie moyenne du Pliocène divisé en trois étages. Il constate d'abord l'isolement où se trouvent les partisans de cette opinion en citant, comme leur faisant opposition, des spécialistes éminents tels que

(1) Il résulte de ces faits que les basaltes intercalés dans les graviers de Perrier et dans les sables à Mastodontes du Puy (β^0 du service de la Carte) et les brèches qui les accompagnent ($p_0\ \beta^0$ du même service) ne sont pas du pliocène moyen, mais du pliocène supérieur et se rattachent chronologiquement de très près au basalte des plateaux (β^1 du Service). Quant aux éruptions antérieures à l'horizon de Perrier (Mont-Dore, Mézenc) il n'y a encore aucun moyen paléontologique de préciser leur âge absolu, ni de les répartir entre le Pliocène moyen et le Pliocène inférieur.

MM. Gaudry, Lydekker, etc. M. Depéret nous montre ainsi que rien ne vaut l'emploi des termes *inférieur*, *moyen* et *supérieur* pour créer des équivoques en géologie. Il est bien vrai que M. Gaudry, dans ses *Mammifères tertiaires*, et que M. Lydekker, dans son *Catalogue des Mammifères fossiles du British Museum*, placent la faune de Perrier dans l'étage *supérieur* du Pliocène, mais cela tient à ce que ces savants ne font que *deux* divisions dans le Pliocène. Nous aboutissons à une sorte de jeu de mots.

La question mérite d'être traitée plus sérieusement et M. Depéret n'a pas manqué de le faire, dans la suite de son travail, avec la compétence que tout le monde lui reconnaît.

Les arguments invoqués par notre confrère sont tirés de l'examen des Plantes et des Mammifères fossiles. Au sujet de la Paléontologie végétale, j'ai le regret de ne pouvoir suivre M. Depéret, n'ayant aucune compétence en la matière. Au cours de mes recherches dans le Massif central de la France, il m'a semblé que je ne devais pas négliger cette source d'informations, mais mon rôle s'est borné à recueillir des matériaux d'études et à les envoyer à M. de Saporta. Je laisse à ce savant maître en paléophytologie le soin de défendre ses conclusions. Je dois dire pourtant que je ne me suis jamais basé exclusivement sur les plantes fossiles pour établir des synchronismes géologiques.

Restent les Mammifères.

Quand on les étudie comparativement dans les diverses régions de la France (1), on peut arriver à les grouper en trois faunes.

M. Depéret et moi sommes absolument d'accord, il faut bien le remarquer, sur l'ordre de succession de ces faunes, tel qu'il a été établi depuis longtemps par M. Albert Gaudry (2).

En désignant ces trois faunes par les noms des localités françaises où elles sont le mieux représentées, nous trouvons à partir de la plus récente :

1° Faune de Saint-Prest (et de Sainzelles) ;
2° Faune de Perrier (et des sables de Mastodontes du Velay) ;
3° Faune de Montpellier (ou de Perpignan).

Les termes successifs de cette série n'offrent pas de bien grandes

(1) Discuter les faunes pliocènes des pays étrangers à la France m'entraînerait beaucoup trop loin. Je ne puis cependant m'empêcher de faire remarquer, en ce qui concerne l'Italie, que les idées des géologues italiens les plus compétents sont fort différentes des idées exprimées par M. Depéret (Cf. notamment STEFANI : *Terr. tert. supérieurs du bassin de la Méditerranée*).

(2) Mammifères tertiaires.

différences et ils se relient étroitement les uns aux autres par un certain nombre de gisements, sur l'attribution desquels il serait oiseux de discuter, les associations d'espèces y présentant des caractères intermédiaires.

La plus ancienne des trois faunes que nous prenons comme types de comparaison (Montpellier ou Perpignan) conserve encore quelques caractères miocènes, puisqu'elle renferme des espèces appartenant aux genres *Hyœnarctos* et *Hipparion*, mais elle est franchement pliocène par la présence des *Mastodon arvernensis* et *M. Borsoni*, ainsi que par l'abondance des genres actuels : *Canis*, *Hyæna*, *Ursus*, *Hystrix*, *Lepus*, *Tapirus*, *Sus*, *Gazella*, *Cervus*, etc.

La seconde (celle de Perrier, dans le Puy-de-Dôme, de Vialette, dans la Haute-Loire) est dépourvue, jusqu'à présent, des genres archaïques que je viens de signaler, ce qui doit nous porter à la considérer comme plus jeune que la première. Mais à mon avis, elle ne s'écarte pas de celle-ci autant que le croit M. Depéret. Presque tous les genres, je pourrais peut-être dire tous les genres qui se trouvent à la fois à Perpignan et en Auvergne, y sont représentés par les mêmes espèces.

M. Depéret trouve, il est vrai, que les races du Roussillon présentent parfois certains caractères plus primitifs que les races d'Auvergne. Mais ces caractères, souvent difficiles à saisir, sont encore plus difficiles à interpréter. Et d'ailleurs je puis répondre que c'est parfois l'inverse qui a lieu. De l'avis même de M. Depéret (1), le Renard d'Auvergne connu sous le nom de *Canis megamastoides* et que j'ai décrit longuement (2) est plus voisin des types primitifs de Canidés que le *Vulpes Donnezanni*, de Perpignan, beaucoup plus semblable aux Renards actuels.

La faune de Perrier possède un plus grand nombre de Cervidés que celle de Montpellier ou de Perpignan. Cela est exact. Il est bon pourtant de remarquer que parmi les mètres cubes d'ossements extraits des sables à Mastodontes du Velay, on n'a jamais reconnu que deux petites espèces de Cervidés, toutes deux aux bois très simples. Mais les formes communes aux deux faunes sont bien voisines, sinon identiques. Le *Cervus australis*, au dire même de M. Depéret, ne diffère guère du *Cervus cusanus* et, malgré tout le talent d'analyste que notre confrère déploie dans ses travaux de paléontologie, il a été obligé de reconnaître que le grand Cerf de Perpignan était l'espèce d'Auvergne qu'on appelle le *Cervus ramosus*.

(1) Mémoires de Paléontologie. (Les animaux pliocènes du Roussillon, p. 33).
(2) Bull. de la Soc. géol. de France, t. XVIII, p. 321.

D'ailleurs, quand on interprète les différences présentées par deux gisements de Mammifères, surtout deux gisements pliocènes, on agirait prudemment, je crois, en tenant compte de deux faits : le premier, c'est la répartition géographique et topographique des animaux. N'est-on pas quelque peu autorisé à croire que les plaines basses et chaudes du Roussillon ont pu être habitées, à l'époque pliocène, par une faune un peu différente de celle qui fréquentait les pentes montagneuses et déjà refroidies du Mont-Dore ?

Ne voyons-nous pas, par exemple, deux gisements relativement voisins et paraissant tout à fait synchroniques, celui de Perrier, dans le Puy-de-Dôme, et celui de Vialette, dans la Haute-Loire, présenter des différences curieuses au point de vue des Cervidés ? Tandis que les espèces de ce groupe pullulent en Auvergne, elles sont très rares dans le Velay. Ce fait est évidemment lié à des circonstances topographiques ou à des circonstances particulières de gisement plutôt qu'à des différences d'âge.

Un autre danger est de s'appuyer sur des arguments négatifs qui ne résistent pas toujours aux découvertes de l'avenir. M. Depéret me permettra de lui rappeler que, dans sa thèse sur le Roussillon (p. 123), il a donné comme preuve de l'antériorité de la faune de Perpignan par rapport à celle du Val d'Arno, l'absence des genres *Ursus*, *Canis*, *Mustela*, *Castor*, *Hystrix*, *Lepus*. Or, depuis 1885, les persévérantes recherches de M. le Dr Donnezan ont enrichi la faune pliocène du Roussillon des genres *Ursus*, *Canis*, *Hystrix*, *Lepus*. Le genre *Castor* y a été signalé et je ne serais pas étonné qu'un jour ou l'autre M. Depéret ne trouvât, dans un envoi de M. le Dr Donnezan, des débris de *Mustela*.

Revenant aux faits positifs, nous constatons que si la faune de Perpignan, c'est-à-dire la première faune pliocène, présente quelques traits indéniables de plus haute antiquité que les faunes de Perrier ou de Vialette, elle se lie étroitement à ces dernières par un très grand nombre de formes communes, abondamment répandues dans les deux pays.

La troisième faune, dite de Saint-Prest, est, à mon avis, la plus mal connue. Je n'admets guère son assimilation absolue avec celle du *Forest-bed*, qui comprend un mélange d'espèces sur lequel les géologues anglais ont beaucoup discuté et discutent encore. La faune du Forest-bed paraît, comme celle de Solilhac dans le Velay, réaliser une transition bien intéressante entre la faune supérieure du Pliocène et la faune la plus ancienne du Quaternaire, de Chelles, par exemple.

Quoiqu'il en soit, la faune de Saint-Prest et, si l'on veut, de Sainzelles, dans la Haute-Loire, s'écarte de la faune du Perrier ou de Vialette, de la même manière que celle-ci s'écarte de la faune de Perpignan, c'est-à-dire par l'absence de certains genres et de certaines espèces : *Mastodon arvernensis*, *Mastodon Borsoni*, *Tapirus arvernensis*, *Palœoreas torticornis*, *Gazella borbonica*, *Antilope ardea*. D'autres genres existent encore, mais sont représentés par des espèces différentes. Quels que soient les noms sous lesquels on les désigne, il est certain qu'il y a, dans la faune supérieure, un Rhinocéros différent du Rhinocéros des sables d'Issoire ou du Puy. Les *Hyœna*, les *Canis*, les *Machairodus* ne sont pas les mêmes.

Le cheval le plus répandu est une forme notablement différente de l'*Equus Stenonis* type. Les Cervidés prennent un développement, présentent une variété de formes, atteignent des tailles inconnues jusqu'à ce jour. En passant de la faune des Sables à Mastodontes du Velay ou du Puy-de-Dôme, à la faune de Saint-Prest on assiste à un changement dont l'importance me paraît égale à celui qui signale le passage de la première à la seconde faune pliocène.

Mais, m'objecte M. Depéret, il y a des localités où l'on a trouvés associés les Eléphants et les Mastodontes? J'ai vu avec plaisir que M. Depéret avait abandonné, depuis sa communication orale, cet argument en ce qui concerne le Plateau central, *où le fait n'a jamais été constaté.*

En dehors du cadre de mes recherches personnelles, les gisements où se présente cette association pourraient être discutés. Non-seulement on pourrait montrer que les références sont contradictoires, mais encore il serait facile de faire le procès de ces gisements en invoquant le remaniement de dépôts locaux plus anciens que les dépôts fossilifères présentant cette association. Mais cette discussion m'entraînerait trop loin et d'ailleurs le fait est trop naturel pour qu'il ne puisse pas être réel.

Je ne saurais penser, en effet, que les changements de faunes ont eu lieu, aux diverses époques géologiques, à la manière des changements de décor au théâtre. Que les derniers des Mastodontes n'aient cédé que peu à peu leur place dans notre pays aux premiers des Eléphants, cela me paraît tout à fait raisonnable. Nous sommes si bien habitués à ces sortes de phénomènes que lorsque nous étudions une série sédimentaire quelconque et que nous constatons un hiatus paléontologique, notre premier mouvement, qui est, je crois, le bon, est d'invoquer une lacune.

Donc, j'admets parfaitement que certains gisements puissent présenter à la fois des Mastodontes et des Eléphants.

Cela prouve simplement que ces gisements sont intermédiaires à ceux des localités que nous prenons comme termes de comparaison et nullement qu'ils en soient contemporains.

L'avenir multipliera certainement plus tard ces termes de passage et montrera, bien plus qu'aujourd'hui, ce qu'il y a de brutal dans notre manière de dichotomiser ou de trichotomiser la série des phénomènes géologiques qui ont eu lieu dans un temps donné.

En attendant, et pour conclure, on peut admettre, avec M. Depéret, le groupement des divers gisements de Mammifères fossiles en trois niveaux marqués par les faunes d'un certain nombre de localités bien étudiées.

Ceci établi, il me paraît naturel de dire : la faune la plus ancienne caractérisera le Pliocène inférieur ; la faune moyenne, le Pliocène moyen et la faune la plus récente le Pliocène supérieur.

M. Depéret admet, au contraire, le groupement suivant :

Pliocène supérieur (1)	*b.* Faune supérieure (de Saint-Prest) *a.* Faune moyenne (de Perrier).
Pliocène moyen Pliocène inférieur	Faune inférieure (de Perpignan).

Ainsi, pour le savant professeur de Lyon, la première faune caractérise à la fois le Pliocène inférieur et le Pliocène moyen. Les deux autres faunes ne correspondent qu'au Pliocène supérieur.

Cette classification est d'autant plus inattendue, qu'elle cadre fort mal avec les idées que son auteur a émises sur la durée relative des diverses époques du Pliocène. Dans diverses publications, et aujourd'hui même dans la note qu'on vient de lire, mon honorable contradicteur a insisté sur la disparité qu'il y aurait, d'après lui, entre la durée des étages inférieurs du Pliocène par rapport à l'étage supérieur. J'aurai l'occasion de revenir sur ce point. Mais, pour le moment, on voudra bien m'accorder que la façon dont M. Depéret distribue les faunes pliocènes est en opposition avec ses idées sur la chronologie comparée des étages. Comment s'expliquer, en effet, cette succession de *deux* faunes dans le Pliocène supérieur alors que le Pliocène inférieur et moyen réunis, *dont la durée aurait été beaucoup plus longue*, n'en renferment qu'*une*. Pourquoi l'évolution des Mammifères aurait-elle été insensible pendant la plus grande partie des

(1) J'évite, autant que possible, pour le moment et afin de ne pas amener de confusion dans l'esprit des lecteurs, l'emploi des termes *Plaisancien*, *Astien*, *Sicilien*, etc.

temps pliocènes pour acquérir, tout à coup, vers la fin de la période, une accélération aussi rapide?

Cette hypothèse est-elle absolument gratuite? M. Depéret la base sur des faits d'ordre paléontologique et sur des faits d'ordre stratigraphique.

Il croit que la faune inférieure de Mammifères pliocènes diffère beaucoup plus de la faune moyenne que celle-ci ne diffère de la faune supérieure. Cette impression, que M. Depéret a retirée de ses premiers travaux de paléontologie sur le Roussillon, alors que les documents exhumés des couches pliocènes de cette région étaient peu nombreux, il l'a conservée, mais j'ai déjà insisté sur ce point que, dans l'état actuel de nos connaissances, la faune de Vialette ou de Perrier doit être considérée comme située, en quelque sorte, à égale distance de la faune de Perpignan et de la faune de Saint-Prest ou de Sainzelles.

M. Depéret s'appuie en outre sur l'examen du faciès marin du Pliocène, dont je dois à mon tour dire quelques mots.

Les formations marines du Pliocène les plus répandues ont été rapportées au Pliocène inférieur et au Pliocène moyen par les personnes qui admettent trois étages dans le Pliocène et au Pliocène inférieur (*Older Pliocene*), par les personnes qui n'en admettent que deux. Le Pliocène d'eau douce, qui vient souvent au-dessus dans les bassin marins, a été regardé comme une quantité relativement peu importante parce qu'on ne lui connaissait pas ou qu'on connaissait mal ses représentants marins. Mais c'est là une façon quelque peu arbitraire d'interpréter les choses et nous avons pu voir, dans nos excursions, que c'est précisément le privilège du Massif central de la France de nous montrer l'importance de la durée des derniers temps pliocènes, en déroulant à nos yeux toute la longue série des événements qui ont eu lieu depuis l'époque où la mer abandonnait les golfes du Roussillon et de Montpellier jusqu'au Quaternaire (1).

Maintenant comment établir la correspondance des étages du Pliocène marin avec les diverses faunes pliocènes? M. Depéret nous a rappelé que la faune ancienne, de Perpignan ou de Montpellier, est contemporaine du dépôt de l'ensemble des couches marines qui se trouvent dans ces localités et qu'on rapporte au Pliocène inférieur et au Pliocène moyen. Remarquons que l'existence d'*une seule* faune de Mammifères pour le *Plaisancien et l'Astien*

(1) Voyez plus loin : *Note sur la succession des éruptions du Velay*.

français réunis est parfaitement établie par les observations faites depuis de longues années à Montpellier (1) où les mêmes espèces se rencontrent à la base et au sommet de la série marine. A Perpignan, la belle faune recueillie avec tant de soins par M. le Dr Donnezan se trouve même au-dessus des dernières couches marines.

Mais allons en Italie, où se trouvent les formations marines classiques du Pliocène. Là, non-seulement les dépôts marins renferment la plupart des espèces de Perpignan, ils renferment aussi les espèces de la seconde faune pliocène, de la faune moyenne, celle de Perrier. M. Forsyth major, un des savants les plus compétents en la matière, qui a publié de beaux travaux sur les Mammifères pliocènes de l'Italie et qui a fait lui-même des fouilles en diverses localités, est tout à fait affirmatif. Voici la traduction littérale d'un passage d'une de ses notes (2)... « Actuellement aucun doute ne saurait subsister. Les couches marines littorales du Pliocène (italien) contiennent une faune mammalogique identique avec celle de la vallée supérieure de l'Arno; l'étude des fossiles rassemblés dans les musées toscans et les fouilles que j'ai pratiquées à Montopoli, dans le Pliocène marin, entre Pise et Florence, ne sauraient laisser place à aucun doute. »

M. de Stefani (3), une autre autorité en la matière, s'exprime de la manière suivante : « Non-seulement les dépôts lacustres du Val d'Arno supérieur sont au même niveau altimétrique que les dépôts marins, mais les uns sont en communication, sans discontinuité avec les autres..... « *Le Val d'Arno était un bassin communiquant directement avec la mer; les dépôts d'un bout de la région se suivent au même niveau et sans interruption avec ceux de l'autre bout* » (4). Et plus loin : « On a prétendu que la faune des couches lacustres du Val d'Arno diffère de celle du Pliocène marin et est plus récente. Rien n'est plus faux. Toutes les espèces du Val d'Arno, et en général de tous les bassins lacustres, à peu d'exceptions près, se répètent dans les couches marines. Je dirai même que ces couches ne contiennent pas d'autres vertébrés que ceux du Val d'Arno; je ne connais pas une seule espèce qui leur soit exclusive. C'est aussi l'opinion de tous les géologues italiens récents. »

M. Depéret lui-même est obligé de convenir que la partie supé-

(1) Cf. *Viguier*. Bull. Soc. géol. de France; tableau p. 400.

(2) Extr. *Quat. Journ. of the Geol. Soc. of London*, February 1885, p. 4.

(3) Les terrains tertiaires supérieurs de la Méditerranée (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1891).

(4) Ces lignes sont en lettres capitales dans le texte de l'auteur.

rieure de la formation marine de l'Astesan, *où est pris le type de l'Astien, c'est-à-dire du Pliocène moyen*, renferme : *Mastodon arvernensis, Elephas meridionalis, Rhinoceros etruscus, Hippopotamus major, Bos elatus,* c'est-à-dire une faune identique à celle de Perrier et des sables à Mastodontes du Velay, on pourrait même dire plus jeune, puisque nous constatons ici la présence de l'Eléphant méridional, inconnu jusqu'à présent dans les gisements précités du Plateau central.

Comment expliquer cette contradiction entre les observations faites en France et en Italie ? De deux manières : ou bien les synchronismes établis entre les diverses formations marines du Pliocène français et du Pliocène italien ne sont pas rigoureusement exacts, ou bien, plus simplement, la partie supérieure de l'Astien marin manque dans notre pays.

Quoiqu'il en soit, en prenant à la lettre les définitions adoptées par M. Depéret lui-même, *la paléontologie nous donne le droit de synchroniser la faune de Perrier et des sables à Mastodontes du Velay avec l'Astien type du pays d'Asti.* C'est là une conclusion positive qui permet à elle seule de clore la discussion.

Quant aux formations marines contemporaines de la faune supérieure ou de Saint-Prest, nous les connaissons en divers pays, où elles sont partout caractérisées par la présence d'espèces froides, dont l'arrivée coïncide avec les changements des faunes mammalogiques. Ce sont, en Angleterre, les sables et argiles de Chillesford, qui s'intercalent entre le Crag rouge et le Forest-bed ; en Belgique, ce sont les sables supérieurs d'Anvers, sur lesquels M. Van den Broeck vient de faire paraître une belle étude (1) ; sur les bords de la Méditerranée, on peut citer un certain nombre de plages anciennes de la même époque. Sans doute, ces dépôts, tels que nous les connaissons, sont moins développés que les premiers, mais ils suffisent pour marquer une date, pour fixer le faciès marin du Pliocène supérieur, en attendant que des travaux de géologie sous-marine nous fassent connaître ce faciès plus complètement et nous permettent d'apprécier son importance réelle.

En résumé, je reconnais, avec M. Depéret, que pendant la durée du Pliocène, l'évolution des Mammifères (il vaudrait peut-être mieux dire les changements survenus dans la répartition des Mammifères) dans l'Europe occidentale et méridionale peut être marquée par une succession de trois faunes dont les types se trouvent en France :

(1) Bull. de la Soc. belge de Géologie, juillet 1893.

1° à Montpellier (ou à Perpignan) ; 2° à Perrier, dans le Puy-de-Dôme (ou à Vialette, dans la Haute-Loire) ; 3° à Saint-Prest, près de Chartres (ou dans plusieurs gisements des environs du Puy).

Je reconnais également que des faunes intermédiaires à celles prises comme termes de comparaisons peuvent se rencontrer dans d'autres gisements.

Mais je crois que, au lieu de grouper ces faunes comme le fait M. Depéret, il vaut mieux, dans l'état actuel de la science, et à l'exemple de M. de Lapparent (1), les considérer comme caractérisant chacune un niveau du Pliocène, savoir :

La faune de Saint-Prest, le *Pliocène supérieur* (*Sicilien*) ;
La faune de Perrier, le *Pliocène moyen* (*Astien*) ;
La faune de Montpellier, le *Pliocène inférieur* (*Plaisancien*).

Dès lors, il y aurait lieu de se demander si le Pliocène marin français correspond bien à l'ensemble du Plaisancien et de l'Astien d'Italie, puisque à Perpignan et à Montpellier la faune ancienne se trouve dans les couches supérieures et même au-dessus de ces couches aussi bien que dans les couches inférieures.

Les personnes connaissant les difficultés qu'éprouvent les géologues spécialistes pour distinguer les divers horizons du Pliocène marin et qui sont au courant des opinions si divergentes émises dans ces derniers temps à cet égard, ne seront pas étonnées de la remarque que je viens de faire.

Il resterait maintenant à traiter une pure question d'accolade, à laquelle d'ailleurs, comme je l'ai dit au Puy, toute la présente discussion peut se ramener.

Cette question, je l'avoue, me laisse assez indifférent. Si l'on supprime du Pliocène la faune de Saint-Prest pour la placer à la base du Quaternaire, comme je l'ai fait moi-même en 1888 (2), il est évident que la faune de Perrier correspondra dès lors au Pliocène *supérieur*, mais cette faune de Perrier n'en restera pas moins synchronique des dépôts marins *astiens* du pays d'Asti.

2. SUR L'AGE DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY.

Dans les comptes-rendus des deux premières excursions aux environs du Puy, j'ai montré comment les sables à Mastodontes nous fournissaient les moyens de fixer une limite supérieure aux

(1) Traité de Géologie, 3e édition.
(2) Essai de Paléontologie stratigraphique de l'Homme.

éruptions anciennes des massifs du Mézenc et du Mégal ; tous les membres de la Société qui ont pris part à ces excursions ont pu constater, dans ces sables, la présence des diverses roches volcaniques de ces massifs sous forme de cailloux roulés. Il est donc évident que ces éruptions sont antérieures au dépôt des sables à Mastodontes, lesquels renferment une faune regardée par M. Depéret comme étant du Pliocène supérieur, tandis que je la considère comme du Pliocène moyen. Ce n'est donc qu'une affaire de mots et de définitions. Afin d'éviter des répétitions inutiles et même fastidieuses, je renverrai à mes comptes rendus des excursions au Mézenc l'exposé des moyens que nous avons de préciser le moment où ont commencé ces éruptions. Je reprendrai la question d'une façon toute spéciale dans une *Note sur la succession et l'âge des diverses éruptions du Velay.*

Séance du 20 Septembre 1893, au Puy.

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La séance est ouverte à huit heures.

A propos du passage du procès-verbal de la dernière séance, où il est dit que les divergences entre M. Boule et M. Depéret concernant l'âge des sables à Mastodontes se réduisent à une question d'accolade, M. **Depéret** fait remarquer que la question a plus d'importance et qu'elle intéresse la géologie générale.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU 17 SEPTEMBRE A BRIVES, BLAVOZY, LE PERTUIS

par M. **Marcellin BOULE.**

A huit heures du matin, nous nous installons dans les voitures qui vont nous permettre de faire, en quatre jours, l'étude complète des massifs du Mégal et du Mézenc. Par la route d'Yssingeaux, nous descendons la vallée de la Borne jusqu'au confluent de cette rivière et de la Loire. Au viaduc du chemin de fer, nous pouvons

admirer la régularité des deux tables basaltiques formant les petits plateaux de Chadrac et de Montredon. Ces deux nappes basaltiques étaient autrefois réunies; elles appartiennent à une seule coulée, au milieu de laquelle la Borne a creusé son lit. Leur altitude (640 mètres) est inférieure de 80 mètres à celle du plateau basaltique de Rome qui les domine directement et qui date du Pliocène supérieur. La Loire coule au pied du plateau de Chadrac à la côte 595. Nous sommes donc en présence d'un bel exemple de basalte des pentes, c'est-à-dire d'un basalte ayant coulé pendant le creusement de la vallée. La nappe éruptive repose, en effet, sur une couche de gros cailloux roulés ayant plusieurs mètres d'épaisseur et représentant le cours de la Loire à l'époque de l'éruption.

A un kilomètre plus loin se trouve Corsac, propriété de la famille de M. Vinay. Déjà, en 1869, la Société géologique avait pu étudier les beaux spécimens paléontologiques recueillis par le regretté géologue du Puy. En 1893, nous avons dû à un très louable sentiment de piété filiale de retrouver intacte cette collection. Nous avons pu admirer, comme nos aînés, de très nombreuses empreintes végétales des arkoses éocènes, une belle série de Mammifères et de Reptiles de Ronzon, de magnifiques mâchoires de *Mastodon Borsoni*, provenant de Vialette, beaucoup de débris de Mammifères de Ceyssaguet, parmi lesquels une canine de *Machairodus*, des ossements complets de Renne trouvés au pied du plateau de Montredon, etc. La Société a retrouvé à Corsac, auprès des enfants de M. Vinay, Mme Boyard et M. Terra, le cordial accueil, la charmante hospitalité de 1869, et c'est de grand cœur que nous avons accepté une invitation nous permettant de boire au souvenir de M. Vinay et à la santé de son excellente famille.

Nous sommes maintenant dans la vallée de la Loire, dont les flancs sont formés par les dépôts lacustres oligocènes couronnés de basalte. Ces dépôts consistent principalement en argiles sableuses bariolées, avec quelques lits marneux à leur partie supérieure. De grandes surfaces dénudées, des ravins creusés par les eaux sur les flancs des collines de Doue, Brunelet, Fay-la-Thioulière, laissent voir de loin le pendage des couches, qui a lieu en sens inverse de celui que nous avons observé le premier jour dans le ravin de Vals. Dans le bassin du Puy, comme dans celui de la Limagne d'Auvergne, les couches oligocènes, dénivelées par les mouvements orogéniques du Miocène supérieur, sont disposées suivant un synclinal à grand rayon de courbure, comme le montre la fig. 11.

A Brives, nous traversons la Loire et à peine sommes-nous arrivés sur la rive droite que nous constatons la présence du granite. L'Oligocène est séparé de cette roche par un lambeau d'arkoses et de psammites que nous retrouverons tout à l'heure à Blavozy.

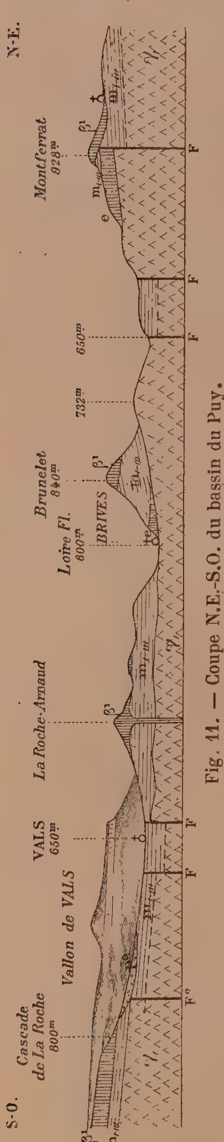


Fig. 11. — Coupe N.E.-S.O. du bassin du Puy.

Le piton basaltique de Brunelet, qui domine Brives, ressemble tout à fait aux *necks* des Iles Britanniques. Il présente, à sa base, des tufs basaltiques, avec filonnets de basalte, qui ne sont pas sans analogie avec les pépérites d'Auvergne. Malheureusement l'heure était trop avancée et nous n'avons pu voir ces tufs qu'en passant.

Un peu plus loin, nous avons observé le contact des argiles et du granite, lequel n'a pas tardé à disparaître pour faire place de nouveau aux argiles du petit bassin d'effondrement de Saint-Germain-Laprade.

Arrivés à Blavozy, nous avons coupé une des failles qui limitent cet effondrement et nous avons atteint le granite, continuation du horst étudié la veille. Nous avons mis pied à terre pour voir les arkoses éocènes. Loin d'avoir la continuité des argiles infratongriennes, ce terrain se présente en gisements peu étendus et disséminés. Il y a discordance entre les arkoses et l'Oligocène ; les arkoses étaient démantelées et déjà réduites à l'état de témoins quand se sont déposées les premières argiles oligocènes. Elles renferment une flore considérée par M. de Saporta comme datant de l'Eocène moyen.

Le lambeau de Blavozy est le plus important. Dans leur ensemble les couches sont inclinées vers le Sud-Ouest. Leur épaisseur totale est d'environ 60 mètres. Au Suc de Garde et à Montferrat, les arkoses sont recouvertes et ravinées par l'argile oligocène (fig. 11).

De vastes carrières sont ouvertes à divers niveaux de la montagne. La pierre de Blavozy est exploitée depuis un temps immémorial. On voit, au musée lapidaire du Puy, de beaux débris de l'architecture romaine sculptés ou taillés dans l'arkose. Actuellement, les monolithes retirés des carrières sont livrés sous forme d'auges, de meules grossières ou de pierres de taille.

Remontés en voiture, nous traversons le horst granitique par une rampe assez forte et en profitant des coupures naturelles de plusieurs ravins. Nous arrivons à Saint-Etienne-Lardeyrol où commence la région volcanique du Mégal. Nous entrons maintenant dans le *pays des phonolites.*

On peut évaluer à plus de cent le nombre des montagnes phonolitiques du Velay. Ces grandes masses ont des formes variées et pittoresques qui impriment au paysage un caractère tout spécial. Ce sont le plus souvent des pics aigus, dénudés, de couleur grise, dépourvus de végétation ; il y a aussi des montagnes arrondies ou de forme pyramidale et des plateaux irréguliers bordés de grands escarpements ; ailleurs elles forment de grandes murailles toutes déchiquetées. Autant le paysage basaltique a des profils plats, réguliers, uniformes, autant le paysage phonolitique a des profils mouvementés, découpés, variés et toujours imposants. Comme les deux roches, basaltes et phonolites, sont souvent associées, il en résulte des effets merveilleux, trop peu connus des touristes. Dans la course de ce jour et des jours suivants, au Pertuis, à Queyrières, au Mégal, au Mézenc, la Société a pu voir, sous tous ses aspects, ce qu'on peut appeler le *paysage phonolitique* ; elle a pu admirer des panoramas d'une beauté grandiose, sévère et toute spéciale au Velay.

La composition chimique des phonolites de la Haute-Loire est remarquablement constante. Ce sont des roches renfermant environ 60 °/₀ de silice ; elles sont riches en soude (10 °/₀) et relativement pauvres en potasse (3 à 4 °/₀). La composition minéralogique est également assez uniforme. La formule suivante renferme à peu près tous les éléments :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{ApF_{1\text{-}2}SA_3P_{2\text{-}4}s_3\,n}\,\underline{\overline{a_1 o_1}P_{1\text{-}2}L}$$

Dans la plupart des cas, cette formule se simplifie beaucoup, surtout aux dépens des minéraux du premier temps, généralement très réduits. Les types les plus communs peuvent être représentés par :

$$\mathfrak{T}_{\mu} - \overline{F_1 S\, s_3}\,\underline{\overline{n\; a_1\; o_1}\; P_{1\text{-}2}L}$$

ou bien :

$$\mathfrak{T}\mu - \overline{F_1\ S\ s_3\ a_1}\ \underline{o_1\ P_2}$$

suivant que la néphéline est présente ou absente. L'œgyrine est surtout abondante dans les variétés riches en néphéline et en låvénite. L'augite ægyrinique est le pyroxène normal des roches qui ne renferment que de la noséane. Ce dernier minéral ne manque presque jamais, soit à l'état de cristaux relativement peu volumineux, soit à l'état d'éléments ultra-microscopiques.

Nous ne tardons pas à rencontrer ces divers types de phonolite. A Lardeyrol, cette roche, dépourvue de néphéline, est presqu'exclusivement feldspathique; les lamelles aplaties d'orthose ou d'anorthose offrent des surfaces brillantes correspondant à la face g^1.

Au mont Pidgier, au contraire, le phonolite est très riche en néphéline, tandis que le feldspath est moins bien cristallisé. Aussi la roche a-t-elle un aspect plus compacte, une cassure moins lamelleuse.

Le Pidgier est une belle montagne, d'une forme très régulière. A l'Est, une apophyse ou gros filon paraît représenter le remplissage de la fissure autour de laquelle s'est amoncelée la masse rocheuse du cône.

Nous arrivons bientôt au col du Pertuis, qui sépare les montagnes phonolitiques du Rand et du Loségal. Ici la roche est riche en néphéline, œgyrine et låvénite. Au Pertuis, le déjeùner est servi. Nous avons le plaisir d'y trouver notre excellent confrère M. Termier, qui a publié un mémoire des plus intéressants sur le Mégal et qui voudra bien faire à la Société les honneurs de ce massif.

COMPTE-RENDU
DE LA COURSE DU PERTUIS A SAINT-JULIEN-CHAPTEUIL,

par M. **P. TERMIER.**

La Société quitte à deux heures l'auberge du Pertuis et prend la route de Saint-Julien-Chapteuil. Après avoir marché pendant quelques instants sur le granite, qui vient affleurer tout près du col, on rentre dans la grande coulée phonolitique, en contournant la butte ronde cotée 1100 sur la carte d'Etat-Major. La roche est

massive, homogène, et l'on en peut cueillir, aux tranchées mêmes de la route, de beaux échantillons. C'est un phonolite néphélinique, à noséane peu abondante, et à pyroxène œgyrinique. Le sphène est assez répandu. La formule, dans le système de notations proposé par M. Michel Lévy, est la suivante :

$$\mathfrak{T}\mu - \overline{F_1\,\mathrm{Ss}_3\,\underline{\mathrm{nt}^1\,\mathrm{a}_1\,\mathrm{o}_1}}\,\underline{P_2}$$

Beaucoup de cristaux feldspathiques du premier stade appartiennent à l'oligoclase ; les autres sont d'anorthose. La plupart des microlites feldspathiques doivent être attribués à cette dernière espèce. Les pyroxènes, presque toujours à l'état de microlites allongés, sont du deuxième stade de consolidation. L'œgyrine est exceptionnelle.

Nous avons dépassé le point 1100; et maintenant la vue s'étend bien loin sur l'Emblavès, sur l'arête granitique de Chaspinhac qui sépare les deux régions tertiaires affaissées, enfin sur la chaîne volcanique du Devès. Sous le ciel chargé d'épais nuages noirs, il semble que l'horizon soit indéfiniment reculé. Le paysage a cette teinte grise, particulière au Velay, qui convient, mieux que toute autre, aux montagnes usées et aux volcans morts. On s'arrête longtemps à regarder les buttes phonolitiques qui dominent de haut la plaine argileuse. Beaucoup, sans doute, sont en grande partie d'anciens dykes, autrefois enterrés et que l'érosion a déchaussés peu à peu. Les tables du Mont-Plaux et du Loségal semblent au contraire des débris de coulées posés sur des socles tertiaires, et l'altitude de leurs bases (environ 900 mètres) donne le niveau du pays à l'époque de la venue des phonolites. Comme beaucoup d'autres buttes isolées, la Huche-Pointue, le Freysselier, le Pidgier, le Chéron, dépassent largement ce niveau, il est probable que leur partie supérieure s'est consolidée au jour par épanchement graduel et lent d'une lave visqueuse accumulée tout autour de l'orifice d'une cheminée.

Nous nous arrachons à regret à la contemplation de ce beau paysage, et nous arrivons aux *tufs phonolitiques* qui affleurent, sur la route même, au-dessus de la ferme de la Vesseyre.

Ce sont des cinérites blanches, bien stratifiées, contenant de nombreux galets, *évidemment roulés par les eaux*, de granite, de gneiss, de basalte, d'andésite, et surtout de phonolite. Beaucoup de ces galets sont de nature scoriacée. Les cailloux phonolitiques sont très altérés et s'écrasent facilement sous le marteau.

Les couches de cinérite plongent à l'Ouest, c'est-à-dire vers la

plaine, sous un angle variable. Cette inclinaison atteint 30° sur le bord de la route. Nulle part on ne peut voir les rapports de cette curieuse formation et de la coulée phonolitique qui domine la route à l'Est. Passe-t-elle dessous, comme semble l'indiquer M. Boule? Est-elle au contraire adossée à la coulée, comme je serais personnellement tenté de le croire? L'abondance des éboulis ne permettra probablement jamais de trancher la question.

M. Gosselet exprime l'avis que les tufs de la Vesseyre portent l'empreinte évidente d'un remaniement par les eaux. Ce ne sont donc pas des *tufs*, au sens strict du mot, ni des *cinérites*, mais plutôt des *conglomérats phonolitiques*.

M. Boule donne d'intéressants détails sur les caractères microscopiques de la roche. La substance qui joue le rôle de ciment est une sorte d'argile isotrope, brune, vacuolaire, imprégnée d'un corps jaunâtre donnant de petits sphérolites positifs. Dans cette argile sont englobés des cristaux d'orthose et d'anorthose, semblables aux grands cristaux des phonolites. Quant aux blocs, projetés ou roulés, la plupart sont de phonolite (d'où la couleur blanche de la roche). On voit aussi, parmi les blocs et les fragments, du mica noir, du zircon, du quartz, de l'orthose et de l'oligoclase provenant du granite. Les fragments sont tous arrondis, même les plus petits.

Beaucoup de galets phonolitiques appartiennent à une variété vitreuse, composée de microlites d'orthose ou d'oligoclase filiformes, et de cristallites de mica noir, sans pyroxène. D'autres sont de véritables *scories trachytiques*, également très vitreuses, à grandes cavités arrondies ou ovales. Certaines scories sont riches en éléments de première consolidation, fer oxydulé, apatite, amphibole, mica noir, orthose et oligoclase ; les autres en sont complètement dépourvues. Le magma du second temps est uniforme. Il est formé par des microlites d'orthose très allongés, associés à de rares microlites d'oligoclase. Il n'y a pas de pyroxène. Dans aucune de ces variétés, on ne rencontre de feldspathide.

M. Boule insiste sur le caractère spécial de la plupart des blocs. A part quelques exceptions, ils diffèrent des roches normales par l'absence ou la rareté des pyroxènes du second temps, et par la nature un peu plus basique des feldspaths, ce qui en fait souvent des andésites. Ils sont aussi plus riches en matière vitreuse, et, enfin, ils sont dépourvus de feldspathides. Aussi, sans méconnaître l'importance du remaniement par les eaux, M. Boule persiste à croire que la plupart des matériaux se sont consolidés en profondeur, et que ce sont bien des blocs projetés.

La Société fait quelques pas en-dessous de la route, dans la direction du hameau de Valogières, pour voir un gros filon de phonolite traversant les tufs. La roche qui constitue ce filon est remarquable par l'abondance de gros cristaux d'anorthose aplatis parallèlement à g^1. Elle est friable et très décomposée en apparence, bien qu'elle montre au microscope une assez grande fraîcheur. Ce filon, dirigé Nord-Ouest, semble se rattacher vers le Sud-Est à la coulée phonolitique.

Un peu plus bas, mais toujours au milieu des tufs, apparaît un pointement de basalte. La roche est fortement altérée. Elle a les caractères des basaltes semi-porphyroïdes de la région du Mézenc, qui sont pour la plupart postérieurs aux phonolites.

Cette région de la Vesseyre et de Valogières est remarquable par le nombre des cheminées phonolitiques. C'est tout près de la Vesseyre que se trouve le gros filon du Pidgier, signalé, à très juste titre, par M. Boule, comme la racine de la montagne tout entière. A sept ou huit cents mètres au Sud-Est de Valogières, un gros dyke de phonolite affleure sur le plateau de granite. Il est probable qu'une bouche importante, peut-être celle d'où est sortie la plus grande partie de la coulée du Rand, s'ouvrait à peu de distance de l'emplacement actuel des tufs.

Pendant que nous causons de ces questions intéressantes, les voitures nous ont rejoints, et c'est au grand trot que nous descendons vers le Suc de Monac. A gauche s'élève la montagne boisée de Chanis, formée des mêmes trachytes que les carrières où nous allons. A droite s'étend une plaine basse, creusée dans les argiles oligocènes et dominée par quelques pitons basaltiques. La coulée phonolitique du Mont-Plaux et la crête hardie de Monac attirent surtout les regards.

On descend de voiture à l'origine du petit sentier qui mène aux carrières de trachyte, et la Société est bientôt réunie dans la plus importante de ces carrières.

Le Suc de Monac, dont le sommet atteint l'altitude de 1024^m, est incontestablement un dyke déchaussé par l'érosion. Comme le Suc voisin de la Chapuze, et comme le Mont-Chanis tout entier, il est fait d'un trachyte très analogue aux trachytes de Queyrières, que nous verrons demain, et dont l'émission a précédé de loin celle des phonolites. La roche est massive, divisée en grands prismes verticaux, d'une couleur gris-bleuâtre dans les parties franches, passant au jaune sale par altération superficielle. Comme tous les trachytes du même âge, elle est riche en grands cristaux macroscopiques de

hornblende et de feldspath. Au microscope, l'apatite et le sphène abondent : l'oligoclase accompagne l'orthose et l'anorthose dans les deux temps de consolidation.

M. Boule rappelle que la composition du trachyte de Monac peut être représentée par la formule

$$\mathcal{T}_{\mu} — \overline{\mathit{Ap}\ \mathrm{S}\ \mathrm{F}_1\ \mathrm{A}_3\mathrm{P}_2\ \mathrm{t}_{1\text{-}2}\ }\!\!\underline{\mathrm{a}_1\mathrm{o}_1\ \mathrm{P}_2}$$

Il signale également à la Société les recherches faites par M. Lacroix sur les nombreuses enclaves contenues dans ce trachyte. Quelques-unes de ces enclaves sont formées par des fragments de gneiss ou de granulite ; les autres, atteignant parfois plusieurs décimètres de diamètre, sont constituées par des feldspaths acides (orthose et anorthose), en grands cristaux enchevêtrés les uns dans les autres et laissant entre eux de nombreux vides polyédriques fréquemment remplis par de la calcite secondaire.

Cependant la pluie est venue. Devant l'état menaçant du ciel, plusieurs membres de la Société renoncent à la dernière partie de l'excursion, la promenade aux *argiles métamorphiques* de Saint-Pierre-Eynac, et gagnent directement Saint-Julien-Chapteuil. Les plus intrépides partent seuls sous l'averse, bientôt récompensés d'ailleurs par une éclaircie relative, qui leur permet de se sécher tout en étudiant l'une des localités les plus intéressantes du Velay.

Après avoir traversé les Sauces, nous prenons le chemin qui va de Monac à Saint-Pierre-Eynac. Sur ce chemin, l'Oligocène affleure bientôt à l'état de conglomérats à galets granitiques et gneissiques, alternant avec des argiles et des grès grossiers semblables à des arkoses. Ce dépôt de fond est surmonté, au-dessus du chemin, par les argiles vertes, jaunes ou blanches, barrées de petits bancs calcaires, qui représentent, dans tout le bassin du Puy, la partie haute de l'Infratongrien. On peut suivre cette formation sur plus de soixante mètres de hauteur : elle disparaît ensuite sous l'éboulis de phonolite qui cache la base de la coulée du Mont-Plaux.

En approchant du petit col où se trouve le point culminant du chemin, on voit les argiles de couleur claire passer peu à peu à des couches d'un gris sale ou même d'un brun noirâtre. La teinte foncée est due à d'innombrables petites cavités tapissées d'oxyde de fer. Dans les grands ravins qui déchirent l'escarpement, les éboulis des couches noires salissent tous les affleurements, mais il est facile de se rendre compte que certains bancs verts ou jaunes se sont

conservés à peu près intacts au milieu des bancs ferruginisés. Les couches grises ont une teinte bleuâtre assez prononcée ; elles sont dures et tenaces ; à l'œil nu, on y distingue des concrétions d'opale brune et de petites lamelles feldspathiques ; par endroits, la pâte est très serrée et luisante comme dans un véritable phonolite. Les couches brunes semblent résulter de la transformation latérale des niveaux les plus marneux.

Le col, où le chemin passe en tranchée, est formé de couches jaunes et de couches d'un brun noirâtre. Au sein de ces couches s'isolent quelques rognons d'opale d'une dimension exceptionnelle. Deux d'entre eux mesurent trente ou quarante mètres cubes. L'opale est blanche ou grise, plus rarement brune. A quelques mètres au Sud du col, le phonolite apparaît sous la forme d'un petit pointement entouré de tous côtés par les sédiments tertiaires. Au Sud de ce dyke, la surface du monticule boisé qui domine la route de Saint-Julien à Saint-Pierre est couverte d'innombrables rognons d'opale isolés, par l'érosion, de l'argile sous-jacente. On y peut ramasser de beaux échantillons d'opale résinite brune.

L'étude microscopique montre que les couches grises et brunes du col de Monac diffèrent profondément des argiles vertes, jaunes ou blanches du type ordinaire. Dans la masse argilo-calcaire, on aperçoit, outre les grains de quartz et les paillettes de mica granitique, un assez grand nombre de cristaux *très frais* d'orthose, d'anorthose et d'oligoclase. *Ces cristaux ne sont pas roulés.* Ils présentent la forme allongée parallèlement à pg^1 qu'affectent habituellement les feldspaths de phonolites. Quelques-uns sont de véritables microlites, et présentent la plus grande analogie avec ceux des veinules phonolitiques dont nous parlerons tout à l'heure. Les concrétions d'opale sont nombreuses. La roche est irrégulièrement silicifiée, les parties les plus siliceuses formant des taches plus foncées, souvent visibles à l'œil nu. La feldspathisation est, au contraire, assez uniforme.

Entre le col et Saint-Pierre-Eynac, on traverse d'abord des bancs où le métamorphisme est encore très sensible, puis des bancs jaunes à peu près intacts, plongeant de 45° vers le Nord-Ouest, c'est-à-dire vers le Mont-Plaux. Saint-Pierre est bâti sur l'Oligocène intact ou l'éboulis phonolitique.

La route de Saint-Pierre à Saint-Julien rentre bientôt dans la formation métamorphique. Mais ici, l'Oligocène prend de nouveau le faciès côtier que nous avons constaté sous les Sauces : il est formé d'une alternance de conglomérats à gros galets granitiques, de grès

grossiers, de grès sableux fins et d'argiles. Les conglomérats dominent.

M. Depéret fait observer qu'en dehors du métamorphisme que l'on a déjà constaté sur un certain nombre d'assises, cet Oligocène de Saint-Pierre-Eynac présente un faciès littoral remarquable, tout à fait différent de celui que la Société a pu étudier jusqu'ici dans les environs du Puy. Il n'est guère douteux que ce faciès ne soit en relation avec la proximité du môle granitique qui limite l'Emblavès au Sud-Ouest. Dans la région de Saint-Pierre-Eynac, ce môle devait être en grande partie émergé pendant le dépôt de l'Oligocène et même former un rivage escarpé au-dessus des eaux du lac. La faille, qui a certainement rejoué après l'Oligocène, est donc probablement beaucoup plus ancienne.

Après un court échange d'observations, la Société se rallie, à l'unanimité, à l'avis de M. Depéret.

Avant d'arriver à la croix qui marque le point culminant de la route, on traverse des poudingues et des argiles plongeant au Sud-Ouest de 50 degrés. Le métamorphisme est peu sensible. Dans un banc de poudingues, M. Gosselet signale un bloc d'opale qui semble *roulé*. Bientôt les bancs changent de pente et plongent vers le Nord-Est. Un peu plus loin, au commencement de la descente, le pendage est, vers l'Ouest, d'environ 30 degrés. Ces contournements n'ont rien qui doive surprendre. La grande faille de l'Emblavès passe, en effet, à moins de cent mètres du point où nous sommes. La colline boisée qui domine la Sumène, au Sud de la route, est entièrement granitique.

C'est vers la croix que le métamorphisme reprend toute son intensité, pour ne plus cesser qu'au pont de la Sumène.

Les premiers mètres de la descente s'ouvrent dans des bancs d'argile grise, friable, ayant la consistance d'une cinérite. On n'y aperçoit à l'œil nu aucun débris de roches anciennes. La masse est criblée de petites concrétions d'opale. De nombreuses taches vertes semblent formées d'une matière serpentineuse. On distingue enfin de très petits cristaux d'un vert foncé. Au microscope, la roche est formée de produits colloïdaux (argile, serpentine, opale) contenant çà et là quelques fibres biréfringentes. Les vacuoles sont innombrables. Au sein de la matière colloïdale se sont formés des cristaux nets de *pléonaste*, d'*augite* et d'*amphibole blanche*.

En dessous de ces bancs d'un métamorphisme si radical viennent des bancs très argileux, friables, *renfermant beaucoup d'opale blanche*, en rognons peu volumineux. Puis on entre dans des strates fort

épaisses, de couleur rouillée, contenant de nombreux galets granitiques et de *petites concrétions d'opale*. Les bancs sont devenus durs et tenaces, parfois sonores comme la brique. Le ciment qui entoure les blocs semble un mélange d'argile verte et d'argile ferrugineuse jaune. Cette argile paraît *cuite;* elle renferme des parties plus claires et plus dures qui s'isolent en boules grossièrement arrondies, souvent séparées du reste de la masse par des fissures garnies d'oxyde de fer. Ces nombreux vides donnent à l'ensemble une apparence scoriacée. Avec les conglomérats, alternent des bancs gréseux minces et des bancs d'argile durcie.

Au-delà du petit ravin que la route franchit en tournant vers le Sud-Est, on traverse un éboulis phonolitique provenant d'un dyke qui domine la route. La roche de ce dyke est remarquable par la rareté des cristaux anciens : c'est un magma microlitique d'orthose et de pyroxène œgyrinique d'un beau vert.



Fig. 12. — Mélange d'argile et de phonolite. — Grossissement : 80 diamètres.

1. *Quartz*,
2. *Mica noir*,
3. *Sphène*,
4. *Orthose*,
5. *Microlites d'orthose*,
6. *Produits ferrugineux*.

N.-B. — *Les interstices sont remplis par une argile impure.*

On rentre ensuite dans les conglomérats à argile cuite, en bancs presque horizontaux. A 150 mètres environ du pont de la Sumène, ces conglomérats sont tranchés par un filonnet très mince d'une roche blanchâtre, analogue au phonolite décomposé. Ce filonnet

envoie des veinules extrêmement fines, même microscopiques, dans les sédiments encaissants. Au microscope, ces veinules, comme le filonnet, sont formés d'un phonolite franc, riche en sphène, *mais ne contenant pas de pyroxène*, comme les phonolites en galets dans les tufs de la Vesseyre. Ce phonolite renferme un peu d'apatite. Les feldspaths de première consolidation, souvent très grands (plus d'un centimètre), appartiennent à l'orthose, à l'anorthose ou à l'oligoclase. Au contact de chaque veinule phonolitique, la pâte éruptive se mélange à l'argile de la façon la plus variable, tantôt y éparpillant ses microlites que l'on voit alors nager dans la matière amorphe, pêle-mêle avec des quartz roulés, tantôt y projetant de véritables apophyses qui gardent encore, même très loin du point de départ, les caractères du phonolite franc. Un peu plus loin du bord de la veinule, on voit des microlites ou des cristaux d'orthose plus volumineux isolés en pleine argile (fig. 12).

Tout autour du filonnet de phonolite, les bancs de poudingues, de grès ou d'argile sont fortement métamorphiques. Le faciès métamorphique se poursuit jusqu'au pont de la Sumène, près duquel une petite carrière est ouverte dans les poudingues durcis. Toutefois, à la base de la carrière, les poudingues métamorphiques reposent sur des argiles et des grès du type ordinaire.

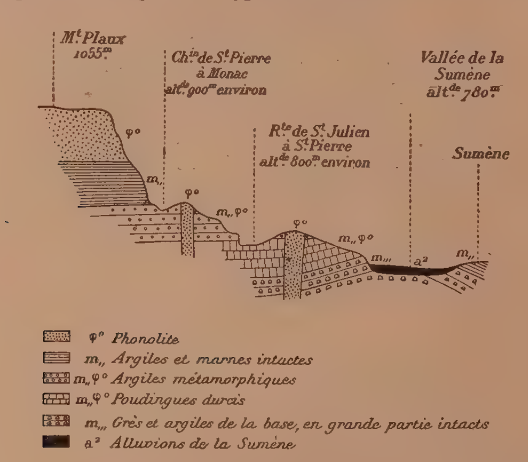


Fig. 13. — Coupe de la formation métamorphique de Saint-Pierre-Eynac.

La figure 13 est une coupe suivant une ligne brisée partant du Mt Plaux, allant au point culminant du chemin de St-Pierre à

Monac, coupant la grande route au pont du petit ravin Nord-Sud, et se dirigeant de là vers le point 782.

Les poudingues durcis et les argiles *cuites* de la route que nous venons de parcourir, ont, au microscope, des caractères assez constants. Une argile verdâtre englobe des quartz arrondis, des feldspaths granitiques plus ou moins kaolinisés, du mica noir, des débris de granite ou de gneiss. Cette argile est très chargée de limonite. L'*opale hyalitique* abonde, particulièrement autour des galets de quartz ou de feldspath. Cette opale est d'une extrême limpidité. Elle n'exerce aucune action sur la lumière polarisée. Elle se présente en masses globuliformes, entièrement semblables à celles de la hyalite (fig. 14).



Fig. 14. — Opale hyalitique dans les poudingues métamorphiques, grossissement de 30 diamètres, nicols croisés.

L'argile intacte forme des noyaux grossièrement sphériques, entourés, eux aussi, d'un liseré d'opale. La majeure partie de la roche est constituée par une argile impure où la limonite se rassemble en longues traînées ou en amas. Au sein de cette argile impure s'isolent de petits noyaux limpides à contour arrondi. Ces noyaux limpides paraissent pour la plupart formés d'opale. Dans les fentes de la roche et autour des débris roulés, les concrétions d'opale alternent fréquemment avec des concrétions de quartz fibreux, parfois aussi des concrétions fibreuses de produit ferrugineux ou de calcite. De nombreux vides subsistent, donnant à l'ensemble une apparence vacuolaire.

La nuit est venue, quand la Société se rassemble sur le pont de la Sumène. M. Gosselet résume les observations que l'on a pu faire en traversant la formation métamorphique, et les analyses micrographiques que l'on vient de lire. Le métamorphisme n'est pas douteux : c'est, en général, une silicification (production d'opale hyalitique, de concrétion d'opale brune ou blanche, d'augite et d'amphibole, de produits serpentineux variés). Par places, c'est une véritable feldspathisation.

Quelle est la cause de ce métamorphisme? Est-il postérieur à la sédimentation et lié à l'éruption phonolitique, comme le croit M. Termier? Est-il, au contraire, comtemporain de la sédimentation? Telle est la question qui se pose devant la Société.

En faveur de la première hypothèse, il faut citer la constatation parfaitement nette de l'existence de dykes, de filonnets et de veinules phonolitiques au sein des poudingues métamorphiques, avec mélange indubitable des matériaux éruptifs et des matériaux sédimentaires. C'est autour de cette injection que les phénomènes métamorphiques présentent leur paroxysme. De même, c'est au voisinage d'un dyke de phonolite que les marnes supérieures se feldspathisent, les feldspaths développés dans ces marnes étant, d'après M. Termier, identiques d'aspect à ceux *injectés* par les veinules dans les assises inférieures.

En faveur de la deuxième hypothèse, M. Marcel Bertrand rappelle le bloc d'opale trouvé dans les poudingues sur le bord de la route et qui a paru *roulé* à la plupart des membres de la Société. Il signale aussi, dans la carrière du pont, ce fait que le métamorphisme commence nettement à un certain niveau, les assises inférieures étant ou paraissant être absolument intactes. Enfin l'argument cité par M. Boule dans sa *Description géologique du Velay* (p. 73) a aussi une grande importance. Ce n'est pas qu'à Saint-Pierre-Eynac que les argiles oligocènes se chargent d'opale. Or, dans les autres gisements siliceux du Velay, on n'aperçoit aucune relation entre le métamorphisme qui a donné l'opale et la venue phonolitique. De plus, à Saint-Pierre-Eynac même, les marnes siliceuses du grand escarpement qui domine le chemin de Monac renferment des empreintes de plantes ne devant leur conservation qu'à une silicification contempôraine du dépôt (1).

M. Termier répond que les autres formations siliceuses dans l'Oligocène du Velay n'ont aucunement les caractères des poudingues durcis de Saint-Pierre-Eynac. Il est tout disposé à admettre que les grosses concrétions d'opale et la silicification des marnes supérieures sont contemporaines du dépôt. Mais il persiste à croire que ces dépôts originairement siliceux ont été profondément transformés par l'injection phonolitique. A cette injection seraient dus les phé-

(1) M. Boule, qui n'assistait pas à la course de Saint-Pierre-Eynac, me prie de faire observer ici qu'il n'est nullement opposé à l'hypothèse d'un métamorphisme phonolitique. Il a seulement fait, dans sa thèse, des réserves au sujet de l'origine métamorphique des gros blocs d'opale résinite. Ces blocs sont, pour M. Boule, contemporains du dépôt de l'Oligocène.

nomènes postérieurs à la sédimentation : durcissement des argiles, développement d'opale hyalitique et de concrétions quartzeuses ou calcédonieuses dans les vides de la roche, production de pléonaste, d'augite et de trémolite, feldspathisation régulière des argiles supérieures, enfin production dans ces mêmes argiles de cavités innombrables dont les parois ont été, plus tard, tapissées d'oxyde de fer.

Tout en discutant, on gagne le gîte, où l'on n'arrive qu'à nuit close. Grâce à l'activité de ses deux fourriers, la Société trouve à Saint-Julien-Chapteuil l'accueil le plus empressé, et, dans les meilleures conditions d'abondance et de confortable, le vivre et le couvert.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DE SAINT-JULIEN-CHAPTEUIL A BOUSSOULET, PAR QUEYRIÈRES ET LE MÉGAL,

par M. **P. TERMIER.**

A six heures et demie du matin, la Société monte en voiture. Le temps, incertain la veille, est d'une beauté parfaite. Dans la brume transparente qui s'exhale de la plaine, les aiguilles phonolitiques dressent des silhouettes confuses. Par les déchirures du brouillard léger, passent des cîmes grises, profilées en plein ciel. Peu à peu, le rideau se lève, et les fonds apparaissent, les uns encore enténébrés, les autres déjà tout vibrants d'une lumière d'or. Et le charme est si grand, de cette matinée sereine et fraîche, que nous nous demandons tous si nous ne sommes pas pour quelque chose dans cette fête de la nature, si ce n'est pas pour nous que les vieux volcans se sont ainsi parés de verdures mouillées et de brumes blanches.

Nous gravissons lentement les pentes du Mont-Chanis, saluant de loin l'arête en dents de scie du Suc de Monac. Bientôt nous pénétrons dans la vallée de Queyrières, ouverte entre le Mont-Chanis et les dernières buttes phonolitiques du massif du Rand. A partir de Triadour, les lacets de la route se développent dans le granite, qui sert de socle au massif éruptif du Mégal. Au fond de la vallée, dans la direction de l'Est, par dessus les collines de Queyrières et les bois sombres du Villaret, le Mégal lui-même se lève, encore empanaché de nuages.

Chemin faisant, on cause de la succession des éruptions dans ce coin du Velay. Cette succession est la suivante, de bas en haut :

1° Basalte inférieur (miocène ?) = $\beta_{\prime\prime}$ de la carte.
2° Trachytes à apatite et hornblende = $\tau_{\prime\text{-}b}$ de la carte.
3° Andésites et labradorites augitiques et micacées = $\alpha_{\prime}$ $\lambda_{\prime}$ de la carte.
4° Basalte porphyroïde = $\beta_{\prime\text{-}a}$ de la carte.
5° Phonolites = φ^{o} de la carte.
6° Basalte semi-porphyroïde (pliocène moyen) = β^{o} de la carte.

En face du Bouchit, au pied de la forêt du Mont-Chanis, MM. Boule et Termier montrent de loin, aux membres de la Société, un petit plateau formé par une coulée de basalte inférieur. Au dessus de la ferme des Sauvages, cette coulée passe nettement sous le trachyte du Mont-Chanis. Le temps nous manque malheureusement pour aller visiter ce contact intéressant.

Au pont de Barrot, tout le monde met pied à terre, et l'on commence allègrement l'ascension. Sur le chemin escarpé qui monte au village de Queyrières, nous avons le plaisir de retrouver M. Michel-Lévy, qu'une légère indisposition avait retenu au Puy la veille, et qui, complètement rétabli, nous a devancés sur le terrain. Nous suivons ensemble le dernier lacet de la route, qui contourne la butte du calvaire, et dont les tranchées permettent d'examiner la roche tout à loisir.

Cette roche est le trachyte du tableau précédent ($\tau_{\prime\text{-}b}$), trachyte identique à celui du Mont-Chanis et fort semblable à celui de Monac. Dans la description que j'ai donnée en 1890 des environs de Queyrières, j'ai indiqué à tort la butte au Sud du village comme formée de phonolite. C'est à M. Boule que revient le mérite d'avoir signalé l'identité de ce prétendu phonolite et des trachytes bulleux qui supportent le village.

Le long de la route, la roche varie beaucoup d'aspect, de structure et de composition. Le plus souvent elle est massive, prismatique. La couleur, blanchâtre ou jaunâtre dans les parties altérées, est grise ou noire dans les tranchées profondes. De même qu'à Monac, on voit généralement à l'œil nu beaucoup de feldspath et d'amphibole. Toutefois, au tournant supérieur de la route, la roche devient blanche, nacrée, fissile, sans grands cristaux.

M. Michel-Lévy signale cette variété blanche et nacrée à l'attention de la Société, et demande si la roche en question n'appartient pas à un filon de véritable phonolite encaissé dans le trachyte de la butte. MM. Boule et Termier répondent que la roche nacrée ne

diffère point essentiellement de la roche encaissante, qu'elle est identique aux variétés bulleuses que l'on verra tout à l'heure à Queyrières, et qu'en tout cas elle diffère profondément des phonolites.

M. Marcel Bertrand demande à ce propos quelle est *la définition du phonolite.*

M. Michel-Lévy répond que le caractère essentiel du phonolite est la présence d'un feldspathide au moins, mais qu'il y a d'ailleurs d'autres caractères, comme l'aplatissement des microlites d'orthose ou d'anorthose, la nature sodique du pyroxène, la compacité de la pâte. M. Termier ajoute qu'aucun de ces caractères ne se rencontre, dans la roche de la butte au Sud de Queyrières, au même degré que dans les phonolites. Cette roche est certainement un trachyte.

Nous arrivons à la jonction de la route et de la coursière qui vient des Drayes. Ce chemin passe à un petit col ouvert entre la butte trachytique que nous venons de contourner et la colline où se groupent les maisons du village. Les roches n'affleurent pas à ce col. M. Boule estime qu'il est creusé dans le trachyte, et qu'ainsi il n'y a aucune solution de continuité entre les roches du Mont-Chanis et les trachytes bulleux du village. J'incline plutôt à croire que le basalte inférieur monte jusqu'au col.

Quoi qu'il en soit, c'est au droit de ce col que l'on voit affleurer, dans les traversées de la route, la coulée de basalte inférieur ($\beta_{\prime\prime}$). Le basalte est noir, assez altéré. On n'en voit guère qu'une dizaine de mètres d'épaisseur, mais son substratum n'apparaît point. La roche franche alterne avec des brèches et la disposition en coulée est évidente. Ce basalte est remarquablement feldspathique, comme les vieux basaltes du Mézenc.

En suivant la route, la Société peut voir cette coulée de basalte passer *sous les trachytes* bulleux qui portent le village. Le basalte est donc nettement antérieur au trachyte. C'est tout ce que l'on peut affirmer touchant son âge, et son attribution au Miocène n'est que pour fixer les idées.

Le village de Queyrières repose tout entier sur un trachyte bulleux et scoriacé. Les coulées les plus basses, qui sont nettement superposées à la coulée de basalte, plongent comme celle-ci vers le Sud. Quand on a dépassé le petit chemin qui monte à l'église, on voit les coulées trachytiques plonger en sens inverse. Dans le village même, elles semblent partout horizontales. On peut les suivre vers le Nord jusqu'à l'auberge Soulas. Un peu plus loin, elles repo-

sent sur le granite qui remonte doucement jusqu'à Raucoules. J'ai émis, en 1890, l'opinion que la cheminée d'émission du trachyte était située sous l'emplacement même du village.

La roche, très bulleuse, est généralement grise, quelquefois rougeâtre. Elle alterne avec des brèches rouges ou violettes, formées d'un tuf grossier rempli de débris de trachyte. Dans le haut du village, sous l'église, la roche prend une apparence phonolitique.

La composition moyenne peut être représentée par la formule :

$$\mathcal{T}\mu \;-\; \overline{Ap\ F_1\ o_1}\ \underline{t_1\ P_4}.$$

L'apatite est remarquablement abondante, et presque toujours chargée d'inclusions et polychroïque. L'augite est grisâtre. Les microlites d'oligoclase sont très répandus. Quelquefois l'amphibole apparaît, mais le plus souvent elle est complètement ferruginisée. M. Boule a signalé des microlites d'œgyrine dans certaines variétés. Il y a beaucoup de matière vitreuse.

Le trachyte de la butte au Sud du village de Queyrières a une composition peu différente :

$$\mathcal{T}\mu \;-\; \overline{Ap\ SA_3\ F_1\ P_2\ t_1\ a_1\ o_1}\ \underline{a_1\ o_1}\ P_{2\text{-}4}.$$

Par la nature œgyrinique de la plupart de ses pyroxènes, ce trachyte se rapprocherait des phonolites ; de même, par l'abondance du sphène. Mais l'abondance de l'apatite, de l'amphibole, de l'oligoclase, enfin l'absence des feldspathides, ne permettent plus d'hésiter sur le diagnostic.

Arrivée au centre du village de Queyrières, la Société se trouve au pied de la butte pittoresque qui porte le Calvaire. Cette butte est formée d'une lave noire extrêmement compacte, de nature variable, mais toujours fort basique. L'olivine s'y montre souvent à l'œil nu : elle est parfois totalement absente. La pâte, toujours très chargée d'augite, est tantôt andésitique, tantôt labradorique. Le grain est très fin ; les grands cristaux sont rares. Cette belle roche ne se rattache nettement à aucune des éruptions de la région : elle est très spéciale et aberrante. J'ai proposé de la rattacher aux Andésites et Labradorites du Mégal. M. Boule a partagé cette manière de voir.

Tout autour de la butte, les nappes de trachyte se prolongent horizontalement jusqu'à la lave noire, sauf pourtant sur un point, au Nord-Ouest, où les affleurements manquent. Si l'on gravit la butte jusqu'au sommet, on la voit nettement allongée, précisément

dans cette direction du Nord-Ouest. Or, dans cette même direction, au milieu des champs, on voit affleurer un dyke de la même roche, dyke qui est un prolongement évident de la butte du Calcaire.

La discussion s'ouvre au sommet, où sont montés un certain nombre de membres, et se continue au pied du Calvaire. La plupart sont frappés de l'allure filonienne de la butte, de ce fait que les prismes, qui divergent magnifiquement du sommet à la base, sont disposés symétriquement par rapport au plan vertical d'allongement du monticule. L'hypothèse d'un débris de coulée paraît peu vraisemblable ; et la majorité se rallie à notre opinion, que la butte est un culot déchaussé par l'érosion, et que la lave noire est montée par une cheminée ouverte comme à l'emporte-pièce à travers les nappes trachytiques.

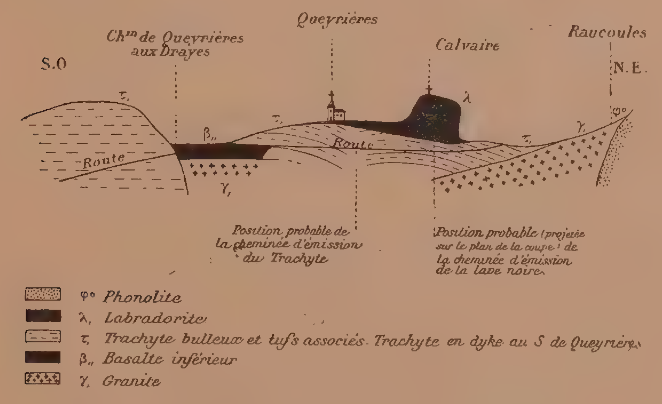


Fig. 15. — Coupe S.-O.— N.-E. par le village de Queyrières.

La figure 15 donne la coupe de la colline de Queyrières, précisément suivant l'itinéraire parcouru par la Société.

On se remet en marche sur la roue d'Araules, qui s'élève doucement vers Raffy. Devant nous, sur le socle granitique que nous foulons encore, s'étagent des coulées noirâtres, épaisses d'au moins cinquante mètres, couronnées par les nappes de phonolite du point 1380. Nulle part, dans le Velay, on ne peut voir de plus bel exemple d'une coulée phonolitique.

C'est au grand tournant de la route, à l'endroit d'où l'on aperçoit pour la dernière fois le village de Queyrières, que nous atteignons la base des coulées noirâtres. Elles reposent, en contre-bas de la

route, sur des coulées trachytiques formées d'une roche identique à celle de la butte au Sud de Queyrières. Cette roche affleure dans un petit monticule à droite de la route. Entre les coulées trachytiques et les roches noirâtres, il y a une coulée grisâtre, d'un type intermédiaire, que j'ai décrite comme formée d'une trachy-andésite.

Les coulées noirâtres sont longuement coupées par la route d'Araules, et la Société peut les étudier à loisir dans des tranchées relativement fraîches. A l'œil nu, la roche est compacte, d'un gris rougeâtre ou brunâtre dans les coulées inférieures, d'un gris de fer passant au noir dans les coulées supérieures. On ne voit pas, ou presque pas de grands cristaux (feldspaths). Les coulées alternent avec des brèches rouges très semblables aux brèches basaltiques.

Au microscope, les coulées inférieures sont des *andésites micacées et augitiques*, riches en orthose de deuxième consolidation, et se rapprochant parfois de certains trachytes supérieurs du Mézenc. La fluidalité est peu sensible. Les microlites sont assez gros, très enchevêtrés, et forment un feutrage homogène. Les coulées supérieures sont plus basiques : le mica y est moins abondant; l'orthose est rare; la fluidalité est manifeste ; les microlites sont très fins et quelques-uns sont attribuables au labrador.

Les grands cristaux feldspathiques appartiennent presque tous au labrador. La hornblende est fréquente, mais généralement ferruginisée.

La teneur en silice dépasse 50 0/0 dans les nappes les plus basses, au contact de la trachy-andésite; elle descend à 46 0/0 dans les coulées supérieures.

Au col de la Jame, point culminant de la route de Queyrières à Araules, les coulées sont tranchées par un gros dyke de phonolite qui forme une butte boisée, sur la droite de la route. Ce phonolite est identique à celui du point 1380 et à celui du Mégal.

En se retournant vers les maisons de Raffy, on aperçoit, sous la coulée phonolitique du point 1380, un afleurement de lave noire découpé par l'érosion en un rocher pittoresque. C'est une coulée de *basalte porphyroïde*, qui va s'amincissant vers l'Ouest au point de disparaître, mais qui s'étale sur le plateau de la Jame, et s'en va passer sous les phonolites du Mégal.

La Société prend contact avec ce basalte sur la gauche de la route à peu de distance de la grosse ferme de la Jame. La roche est très belle, moins porphyroïde cependant que dans le prolongement Sud de la même coulée, sur le village de Monedeyres. Au microscope, la pâte, peu fluidale, est formée de microlites de labrador, d'oligo-

clase, d'augite et d'olivine. Le fer oxydulé est très abondant. La teneur en silice ne dépasse pas 39 0/0.

Du haut de la butte de la Jame, on embrasse d'un seul coup d'œil la stratigraphie du massif du Mégal. On voit les coulées d'andésite se relever vers le Nord, sous la ferme de Couquet, et supporter directement la coulée phonolitique du point 1353 sans interposition de basalte porphyroïde. Du côté du Sud, la continuité de ce dernier

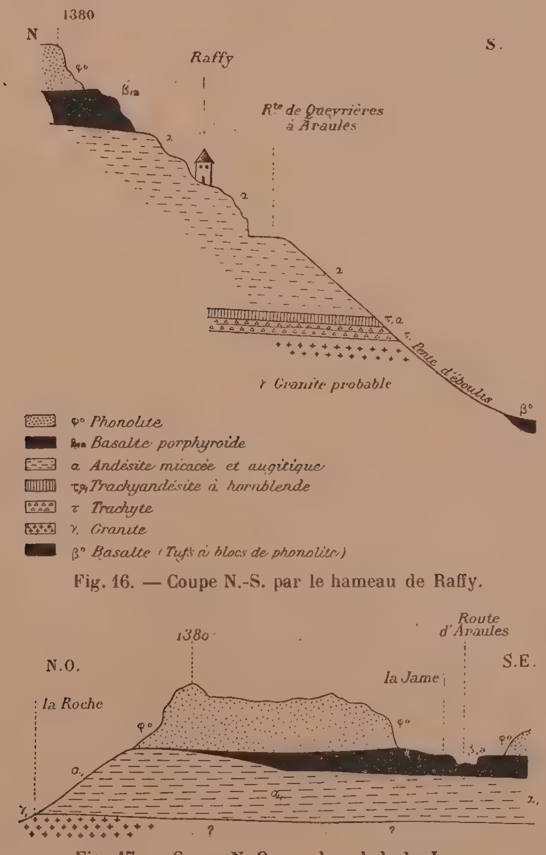


Fig. 16. — Coupe N.-S. par le hameau de Raffy.

Fig. 17. — Coupe N.-O. par le col de la Jame.

basalte est masquée par l'abondance des éboulis phonolitiques ; mais il ne semble douteux à personne que les coulées du plateau

coté 1297 (basalte porphyroïde) ne correspondent à celle de la Jame et ne passent sous les phonolites du Mégal. La figure 16 donne la coupe complète des éruptions dans la région que nous venons de traverser.

La figure 17 est une coupe à peu près perpendiculaire à la précédente passant par la ferme de la Jame. Les phonolites du point 1325 appartiennent évidemment à la même coulée que ceux des points 1380 et 1353. Or, il n'y a aucune solution de continuité entre les phonolites du point 1325 et ceux qui constituent le sommet même du Mégal.

A travers la jeune forêt de pins, dans les genièvres et les myrtilles encore chargées de toute la pluie de la veille, sur les sentiers détrempés et glissants, ou sur les éboulis instables, la Société se hâte vers la cîme du Mégal. La course a été longue, et déjà il se fait tard. Ce n'est qu'à onze heures que les ascensionnistes sont réunis sur l'étroit plateau, à 1438 mètres d'altitude, en face d'un panorama merveilleux.

Devant nous s'ouvre la vallée de Récharenges, qui sépare les coulées du Mégal de celles du Lizieux. Les deux plateaux phonolitiques sont à la même hauteur. Vers le Nord, en face d'Araules, les phonolites du Lizieux reposent sur des basaltes porphyroïdes identiques à ceux de la Jame. Il semble évident que Mégal et Lizieux ne formaient autrefois qu'une seule et même coulée. Entre les deux cîmes principales, à peu près au-dessus de Récharenges, cette coulée avait son épaisseur maximum (environ 200 mètres).

Avant l'éruption des basaltes semi-porphyroïdes (β°) qui ont suivi de loin l'émission phonolitique, les coulées inférieures, basalte porphyroïde ($\beta_{,a}$), andésite (α, $\lambda_{,}$), basalte compacte ($\beta_{,b}$) affleuraient certainement à Récharenges, comme elles affleurent à l'Ouest du Mégal ou au nord du Lizieux. Il est même probable que le granite se montrait en plusieurs points, par dessous cette couverture éruptive, puisqu'on le voit affleurer aujourd'hui encore à Pialleviales, au Sud-Ouest d'Araules, au milieu du basalte récent. Mais la vallée a été encombrée jusqu'à une grande hauteur par les éruptions basaltiques contemporaines des dernières laves du Mézenc. Le ruisseau de Récharenges s'est ouvert un nouveau lit à travers les coulées récentes, mais sans atteindre nulle part, en amont du point 1033, leur substratum de granite ou de lave ancienne, et sans dégager l'affleurement des coulées phonolitiques les plus basses.

La figure 18, qui est une coupe du Mégal au Lisieux, résume les descriptions précédentes.

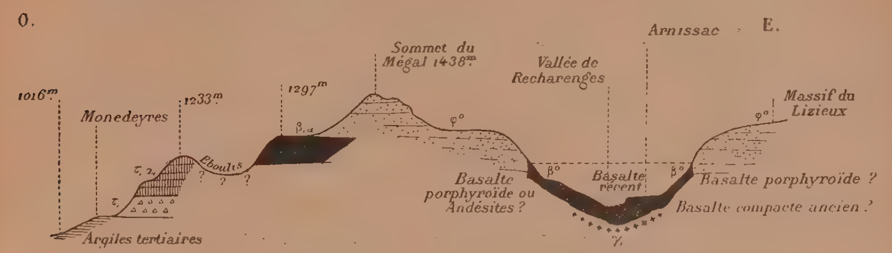


Fig. 18. — Coupe du Mégal au Lisieux. (Légende de la fig. 16).

M. Marcel Bertrand demande quelle preuve on a de la postériorité des coulées basaltiques du fond de la vallée de Récharenges à l'émission phonolitique, et comment ces basaltes récents (β°) se distinguent des basaltes anciens figurés sur la carte aux environs d'Araules.

Je réponds que sur le versant Nord du Mégal, au grand lacet que fait la route de Queyrières à Araules sous la ferme du Servey, dans la tranchée même de la route, on voit affleurer des tufs basaltiques horizontaux, surmontés par une coulée de basalte semi-porphyroïde. Ces tufs contiennent en grand nombre des blocs projetés d'un phonolite identique à celui du Mégal. Ils reposent eux-mêmes sur des coulées tantôt compactes, tantôt semi-porphyroïdes, dont on peut suivre l'affleurement jusque sur Récharenges. Ce sont ces coulées qui forment tout le plateau de Pialleviales. Au delà du ruisseau de Bellecombe, sur la route d'Yssingeaux, *ces mêmes coulées sont plaquées* contre la butte phonolitique cotée 1143-1182.

En approchant d'Araules, on voit apparaître, sous les coulées précédentes, des basaltes noirs ou gris, beaucoup plus compactes et beaucoup plus feldspathiques. Ces laves inférieures ont tous les caractères des laves noires compactes du Mézenc, lesquelles ont précédé de longtemps la venue des phonolites : elles sont accompagnées de tufs et de brèches rougeâtres, très altérés, d'aspect ancien, dans les cavités desquels se sont fréquemment développées des zéolites. A Celles et à la Bruyère, en face d'Araules, ces coulées compactes sont surmontées d'une nappe de basalte porphyroïde, identique à celui de la Jame, et qui s'intercale entre elles et les phonolites. Enfin, on retrouve les basaltes compactes sur le versant

Est du Lisieux, et, revenant de là vers Fay-le-Froid, on les voit partout surmontés, à Foumourette, à Champclause, à Abriès, par les basaltes semi-porphyroïdes.

Il y a donc une différence d'âge très considérable entre ces derniers et les basaltes compactes. Entre leurs éruptions, se place la sortie du basalte porphyroïde et celle des phonolites. Dans la région du Mégal, il semble même s'être écoulé un temps assez long entre la venue phonolitique et l'éruption du basalte semi-porphyroïde, puisque la vallée de Récharenges a été creusée à travers la masse des coulées de phonolite Lizieux-Mégal, et à travers les laves plus anciennes, sur une hauteur d'au moins 300 mètres. Quant à la différence pétrographique entre le basalte β^{σ} et le basalte compacte β, b, elle est suffisante pour que l'on puisse séparer assez bien ces deux catégories de laves, quand elles reposent immédiatement l'une sur l'autre.

Il ne faudrait point croire que les basaltes récents de Récharenges sont venus du Mézenc. De Champclause à Yssingeaux, le nombre des cônes adventifs par où sortaient ces laves semble avoir été très grand. Les tufs du Servey, à blocs projetés *de phonolite du Mégal*, marquent évidemment l'emplacement d'un de ces cônes. Les coulées phonolitiques du Mégal sont traversées, au Nord-Est de la cîme de la montagne, par un grand filon de basalte semi-porphyroïde. Un autre filon, plus épais encore, traverse, entre Arnissac et Borel, les coulées phonolitiques du Lizieux. Si l'on observe enfin la pente des coulées basaltiques, on la voit dirigée tantôt vers un point, tantôt vers l'autre, de l'horizon.

Je crois donc que l'on doit se représenter la vallée de Récharenges, après son premier creusement, comme encombrée de petits volcans à laves basaltiques. Nous verrons demain que d'autres volcans semblables, au nombre de plusieurs centaines probablement, vomissaient tout autour du Mézenc des laves analogues. La vallée de Récharenges a été ainsi graduellement comblée de matériaux éruptifs de toute espèce, et ce comblement a atteint au moins la cote actuelle 1200, peut-être même un niveau beaucoup plus élevé. Les laves du Pliocène moyen recouvraient alors une grande partie du pays aujourd'hui granitique, de même qu'une grande partie de la plaine argileuse de l'Emblavès. Les massifs phonolitiques déjà ruinés et démantelés dominaient de quelques centaines de mètres ce chaos d'appareils éruptifs juxtaposés.

Le phonolite du Mégal, auquel il est temps de revenir, est remar-

quable par l'abondance de la néphéline et par la présence de l'œgyrine véritable. A l'œil nu, la roche a l'aspect habituel aux phonolites de la région. Elle paraît noire, mais les minces esquilles sont translucides. La division tabulaire est très prononcée. Les grands cristaux d'orthose sont souvent visibles.

Au microscope, l'apatite et le sphène sont rares, le fer oxydulé est peu abondant. Les grands cristaux sont d'orthose, plus rarement d'anorthose. La pâte, très fluidale, est composée de microlites d'orthose ou d'anorthose à ombres roulantes, de microlites d'œgyrine, de néphéline très abondante en cristaux très petits. La noséane, toujours ultra microscopique, est assez rare.

La même description convient aux phonolites du Lizieux et du point 1380, de part et d'autre du Mégal, à ceux des buttes de Raucoules et de la Jame. Le sphène semble devenir de plus en plus commun, au fur et à mesure que l'on marche vers le Nord-Ouest; l'œgyrine est souvent remplacée par l'augite œgyrinique ; la hornblende et l'apatite sont toujours rares.

Après une longue station au sommet de la montagne, la Société descend le versant Sud et prend le chemin de Boussoulet. Au-delà du point 1352, on passe auprès d'une carrière de sable ouverte dans les arènes granitiques, à l'altitude d'environ 1300 mètres. En ce point, le phonolite repose directement sur le granite. Ce fait montre combien le relief du sol était accidenté à l'époque pliocène. Pendant que les phonolites du Mont-Plaux et de Jaurence coulaient sur une plaine d'argiles oligocènes à la cote 900, des laves analogues s'épanchaient, au Mégal, à 1300 mètres d'altitude sur le granite, et, comme nous le verrons demain, à 1500^{m} d'altitude, au Mézenc, sur les laves du Pliocène inférieur.

Il est près d'une heure de l'après-midi quand la Société arrive à Boussoulet. Si les jambes sont toujours vaillantes, les estomacs ont trouvé le temps long ; et les victuailles, que les voitures ont apportées de Saint-Julien, et qui étalent leurs séductions sur les tables de bois de la modeste auberge, sont saluées par de véritables hourrahs.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU 18 SEPTEMBRE DE BOUSSOULET A FAY-LE-FROID,

par M. **Marcellin BOULE.**

Après s'être réconfortés à Boussoulet, les géologues partent en voiture pour Fay-le-Froid, chef-lieu de canton situé à près de 1,200 mètres d'altitude, au voisinage de la ligne de faîte séparant le bassin du Rhône de celui de la Loire.

La route reliant le massif du Mégal à celui du Mézenc traverse des plateaux d'une grande tristesse. Ces plateaux sont formés par un basalte auquel la présence de petits cristaux d'augite, le plus souvent nombreux, parfois assez clairsemés, donne un cachet particulier. Cette roche que j'ai appelée, pour cette raison, *basalte semi-porphyroïde*, occupe la plus grande partie de la surface des plateaux des versants septentrional et occidental du Mézenc. Il n'est pas toujours facile de saisir ses relations stratigraphiques. Dans la plupart des cas, elle paraît plus récente que les phonolites. C'est par l'éruption de ce basalte que les massifs du Mézenc et du Mégal ont à peu près épuisé leur activité volcanique. Mais il faut remarquer qu'on le trouve en cailloux roulés dans les sables à Mastodontes des environs du Puy.

Il offre quelques particularités au point de vue minéralogique. Il est généralement très feldspathique. Le mica noir, en petites plages de dernière consolidation, y est très répandu. L'olivine présente divers produits d'altération intéressants à étudier.

La route passe d'abord à Montvert. Autour de ce village, le plateau est tout recouvert d'énormes blocs d'un phonolite riche en œgyrine et en néphéline. Aymard pensait que ces blocs avaient été transportés par d'anciens glaciers. Il est facile de constater sur la carte géologique, au $\frac{1}{80.000}$, et mieux encore sur le terrain, que ce sont les restes d'une coulée phonolitique démantelée et provenant du Mégal. A quelques centaines de mètres au-delà de Montvert, apparaît de nouveau le basalte semi-porphyroïde, au même niveau que le phonolite, sans qu'on puisse se rendre exactement compte des rapports stratigraphiques des deux roches. L'hypothèse probable c'est qu'ici, comme sur d'autres points, le basalte est en placage sur le phonolite.

La traversée du plateau de Champclauze, à peu près dépourvu de

végétation arborescente, ne fournit matière à aucune observation, en dehors des aspects topographiques et des vues d'ensemble. Aussi obliquons-nous bientôt vers le Sud pour gagner le lac de Saint-Front ou d'Arcône.

La forme circulaire de cette nappe d'eau l'a fait considérer comme contenue dans un vieux cratère. L'absence ou la rareté des matériaux scoriacés et de projections, est de nature à faire rejeter cette hypothèse ; peut-être vaudrait-il mieux regarder le lac de Saint-Front comme le résultat du barrage d'un cirque par des coulées basaltiques, dont le contour circulaire a été déterminé par les formes topographiques du granite sous-jacent.

Un petit cours d'eau s'échappe du lac. A son confluent avec le ruisseau de Saint-Front, le ravin est creusé dans des projections andésitiques, parfaitement stratifiées en petits lits très réguliers et nullement remaniés. Nous y avons recueilli de nombreux cristaux d'hornblende et des fragments d'un feldspath très limpide qui est probablement de l'andésine.

Ces tufs supportent des coulées d'andésite augitique que nous avons observées en montant vers le village de Saint-Front, et qui alternent avec des tufs scoriacés rougeâtres. Au premier abord les andésites augitiques sont difficiles à distinguer, à l'œil nu, des basaltes. Nous l'avons déjà observé au Riou-Pezzouliou, près du Puy. Mais il suffit de les examiner avec soin pour éviter la confusion. On voit alors que leur couleur est moins foncée, plutôt gris de fer que noire. Elles ont un grain plus régulier et très fin ; elles se laissent briser plus facilement ; leur cassure est plus franche. Elles deviennent blanches par altération. Leur composition minéralogique et leur aspect microscopique sont uniformes. L'andésite augitique de Saint-Front a pour formule :

$$\mathcal{T}_{\mu} — \overline{Ap\ F_1\ A_3\ t_{1-2}}\ \underline{P_4\ t_1}.$$

Les plateaux des environs de Saint-Front sont formés par le basalte semi-porphyroïde. Au-dessus du village, cette roche a une couleur grise qui ferait croire, à première vue, à une altération profonde. Dans une carrière située près du point 1265, elle se débite en grandes dalles horizontales. Elle est exploitée comme pierre de taille. Le fait est assez rare pour un basalte et tient probablement à la prédominance de l'élément feldspathique. Les microlites de labrador forment en effet un feutrage très serré et atteignent des dimensions relativement considérables.

Au-delà de Saint-Front, la nuit nous a obligés à remettre au lendemain un certain nombre d'observations portées au programme.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DE FAY-LE-FROID AU MÉZENC

par M. **P. TERMIER.**

Les membres de la Réunion qui ont opté pour l'ascension du Mézenc quittent Fay-le-Froid à 6 heures du matin, avant le lever du soleil. Tout annonce que la journée sera belle et la vue magnifique.

On sort du village par le Sud. Au sommet de la place, le phonolite affleure. Cette roche appartient à un gros dyke qui supporte la plus grande partie du bourg de Fay, et qui coupe nettement les vieilles coulées de laves noires. Ce phonolite est percé lui-même, au Nord du village, sous l'église, par un dyke de basalte riche en olivine, du type β^o. Une coulée de ce même basalte β^o recouvre, au Sud du village, les anciennes laves du plateau : on y a ouvert une petite carrière, à côté des dernières maisons de Fay.

De cette carrière, la vue s'étend déjà sur les plateaux de laves, et l'on voit apparaître au Sud, derrière la montagne conique du Signon, les escarpements phonolitiques du Mézenc. L'endroit est bien choisi pour esquisser à grands traits la constitution du volcan.

La succession des laves, au Mézenc, est la suivante, de bas en haut :

1. Basaltes compactes, antérieurs aux trachytes inférieurs (miocène ?) = $\beta_{//}$.
2. Trachytes inférieurs, à apatite et hornblende = $\tau_{,b}$.
3. Basalte porphyroïde inférieur = $\beta_{/c}$.
4. Laves augitiques compactes (andésites, labradorites, basaltes compactes) = $\alpha, \lambda, \beta_{/b}$.
5. Basaltes porphyroïdes supérieurs = $\beta_{/a}$.
6. Trachytes augitiques supérieurs = $\tau_{/a}$.
7. Phonolites = φ^o.
8. Basaltes anciens postérieurs aux phonolites = β^o.
9. Basaltes récents = β^2.

C'est seulement ce soir que nous pourrons voir les termes **1, 3, 5, 6**

et 9 de cette succession, dans le cirque des Boutières ou sur le chemin de la Chartreuse de Bonnefoy.

Le terme 8 (basalte β°), sur un témoin duquel nous nous trouvons en ce moment, est formé de basaltes semi-porphyroïdes ou de basaltes riches en olivine. C'est lui qui remplit la vallée de Récharenges, entre le Lizieux et le Mégal, et qui forme la couverture supérieure des grands plateaux de Champclause, de Saint-Front, de Freycenet-Lacuche. On le retrouve au Béage, à Sainte-Eulalie et à Mézilhac, au Sud du Mézenc. Dans la région de Fay-le-Froid, il apparaît sur les deux rives du Lignon, surmontant les laves augitiques de la série α, λ, $\beta_{,b}$. Les basaltes β° ont ainsi coulé tout autour du Mézenc, vomis sans doute par une ceinture de cônes adventifs. L'un de ces cônes, et non le moins important, se trouvait près des Estables; un autre, dont on voit encore aujourd'hui les scories et les tufs, s'élevait sur le versant Nord du volcan, entre Chaudeyrolles et la Rochette; un troisième se dressait non loin de Fay-le-Froid et donnait des laves (celles précisément sur lesquelles nous sommes), particulièrement riches en olivine. La postériorité de ces basaltes β° aux phonolites n'est pas douteuse, et tous les arguments invoqués contre cette postériorité ont visé des basaltes d'un autre type pétrographique et d'un âge beaucoup plus reculé (par exemple, à Araules les $\beta_{,b}$, à Fougères les $\beta_{,a}$), ou sont fondés sur des interprétations discutables (Glavenas). J'estime même qu'il s'est écoulé un temps assez considérable entre ces deux séries d'éruptions, temps pendant lequel les massifs phonolitiques ont été démantelés, et creusés de vallées plus ou moins profondes.

Le terme le plus important de la série des laves du Mézenc est incontestablement le terme 4, celui des laves augitiques compactes.

Ainsi que nous le verrons cette après-midi, les coulées de ces laves compactes enveloppent un cône dont l'axe coïncide assez bien avec l'axe du cirque des Boutières.

Il est donc probable que là s'ouvrait le cratère principal, celui qui a vomi les épaisses coulées de labradorite que nous verrons affleurer aux Rochers de Cuzet et qui sont venues, vers le Nord, jusqu'au delà de Fay-le-Froid.

Les laves compactes du Mézenc s'avancent aujourd'hui au Nord jusqu'à Araules, à l'Ouest jusqu'à Monastier, au Sud jusqu'à Lachamp-Raphaël, à l'Est jusqu'à Saint-Romain-le-Désert et jusqu'au delà d'Arcens. On peut donc estimer, au minimum, à trente ou quarante kilomètres la longueur du diamètre de la circonférence de base du volcan.

Dans le voisinage du cratère principal, le type dominant de cette série de laves compactes, c'est la *labradorite augitique.* Cette lave *alterne* avec des andésites franches et de vrais basaltes, mais le type labradorite forme au moins les neuf dixièmes de l'ensemble.

Quand on s'éloigne du cratère principal, et plus ou moins tôt suivant la direction que l'on a choisie, on voit *le type labradorite passer peu à peu au type basalte.* Je ne veux pas dire ici qu'il y ait transformation latérale des coulées. Mais, aux coulées de labradorite se substituent peu à peu des coulées, évidemment contemporaines, formées de basaltes compactes. Dans la zone de passage, il y a alternance, ou bien superposition nette d'un type à l'autre. Dans ce dernier cas, les basaltes compactes sont tantôt sous les labradorites (Fay-le-Froid, les Estables, Villelongue), tantôt dessus (Borée, Roche-besse). Sur le versant Sud du Mézenc, la transformation est plus rapide que partout ailleurs, et à Bonnefoy déjà, les basaltes l'emportent de beaucoup sur les labradorites.

Ces phénomènes s'expliquent aisément si l'on admet que le volcan rejetait à la fois : des labradorites, par son cratère principal et par ses cônes adventifs les plus élevés ; des basaltes, par tous les cônes adventifs de la région basse.

Il ne faudrait point croire d'ailleurs qu'il y eût une grande différence de composition entre les types extrêmes de cette série de laves compactes. Toutes ces laves se ressemblent, à l'œil nu, et ressemblent aux basaltes : si bien que c'est aux basaltes qu'on les a uniformément attribuées jusqu'aux études micrographiques entreprises en 1886. Les roches les plus acides sont des andésites analogues à celles de Raffy et contenant 50 °/₀ de silice ; les plus basiques sont des basaltes très feldspathiques, relativement pauvres en olivine, et contenant encore 40 °/₀ de silice.

Sur la carte géologique détaillée (feuille du Puy), les exigences de la classification pétrographique m'ont conduit à colorier très différemment les labradorites et les basaltes. Les labradorites (et andésites associées) sont figurées par une teinte brune ; les basaltes contemporains ($\beta_{,b}$) ont reçu une couleur bleu-foncé. Il eût été plus rationnel, *au point de vue géologique*, d'attribuer la même teinte à toutes les laves augitiques compactes du Mézenc, sauf à distinguer par des hachures spéciales, les régions où domine tel ou tel type, et les régions où il y a mélange absolu.

La région où nous sommes en ce moment est une de ces dernières. Le plateau de Maisonnette, sur lequel nous marchons, est formé

d'une alternance de basaltes, de labradorites et même de véritables andésites. Le basalte domine dans les coulées basses (vallée du Lignon). Quelle que soit celle des deux couleurs, brune ou bleue, que l'on adopte pour teinter ce plateau sur la carte géologique, l'attribution sera trop précise, et, par conséquent, inexacte en beaucoup de points. J'ai choisi la teinte brune, malgré l'abondance des coulées basaltiques aux environs d'Arsac, pour mieux montrer la liaison (évidente sur le terrain) des laves de Fay-le-Froid et des laves du Mézenc. C'est d'ailleurs une labradorite qui forme le sommet du plateau (point 1192). Cette roche se retrouve, à peu près au même niveau, à Seignes-Besses, de l'autre côté des grands pâturages de Gaffet. Entre ce point 1192 et Fay-le-Froid, on voit les coulées de labradorite plonger au Nord et s'amincir entre deux coulées de basalte compacte.

Au hameau d'Arsac, où nous sommes arrivés tout en devisant, la Société peut observer les coulées de basalte compacte qui forment le fond de la vallée, et qui se suivent de là sans interruption jusqu'au pont de la route du Puy. Au-dessus d'Arsac, le long des lacets du chemin, je montre à la Société divers affleurements de labradorite bien authentique. Le petit col par où nous pénétrons dans le cirque de Chaudeyrolles est creusé dans des labradorites compactes, plongeant vers le Nord, surmontées au point 1342, un peu à l'Ouest du col, d'un lambeau de coulée phonolitique. C'est, avec celui de Raffy, l'un des exemples les plus nets de la superposition des phonolites aux labradorites.

Le cirque de Chaudeyrolles (*Caldeira ?*) a une forme circulaire presque parfaite. Il est ouvert dans des coulées de labradorite épaisses d'environ cent mètres, et qui toutes, sans exception, plongent au Nord. Le granite affleure au fond de la brèche par laquelle s'écoulent les eaux du cirque, et l'on peut voir tout-à-côté, entre le granite et les laves, des alluvions antérieures à celles-ci et contemporaines, probablement, des alluvions miocènes de Fay-le-Froid. Un dyke de phonolite monte au travers des labradorites et semble faire pendant, de l'autre côté du cirque, à celui qui a formé le Signon de Chaudeyrolles.

La discussion s'ouvre sur l'origine du cirque. Tournaire y voyait un véritable cratère, et citait, à l'appui de son opinion, l'existence de tufs et de scories sur le versant Sud du Signon, à peu de distance du village. La plongée uniforme au Nord *de toutes les coulées* rend cette hypothèse peu vraisemblable. On pourrait croire à un cratère d'explosion ou d'effondrement. Mais

la plupart des membres présents se rallient à l'opinion de M. Gosselet, et admettent que le cirque est simplement dû à l érosion.

Dans le village de Chaudeyrolles, on s'arrête quelque temps à admirer les belles pierres de taille blanches qui ont servi à la construction de l'église. Ces pierres, que l'on croirait trachytiques, sont en réalité de phonolite. Elles proviennent du petit dyke de Viallard, situé à moins d'une heure de Chaudeyrolles, dans la direction du Sud-Est. Une partie du dyke est formée de la roche poreuse, d'apparence trachytique ; l'autre partie est constituée par un phonolite ordinaire, compacte, creux, tabulaire et sonore. Le microscope n'accuse aucune différence appréciable entre les deux types. Dans les deux, il y a de la néphéline. L'apatite est abondante.

Nous nous élevons rapidement vers le Mézenc. A partir de Chaudeyrolles, il n'a plus de basaltes dans la série des laves compactes, mais seulement des andésites et des labradorites. Dans le ravin à l'Ouest de Malosse, nous allons toucher l'affleurement des coulées les plus basses. On les voit, sous une petite cascade, reposer sur des tufs jaunâtres et grisâtres très altérés. Il est probable que ces tufs reposent eux-mêmes sur le granite ; mais on ne voit pas leur substratum. La labradorite qui surmonte ces tufs est une roche compacte, d'un noir grisâtre dont la formule est la suivante :

$$\mathcal{T}\mu. - \overline{F_1\ A_3\ P_4\ Ot_2}\ t_1\ F_1\ M$$

L'olivine ancienne y est rare. Le mica noir de deuxième consolidation est beaucoup moins abondant que dans les roches analogues du Mégal. Les grands cristaux sont surtout d'augite et de hornblende, celle-ci habituellement ferruginisée ; il y aussi quelques cristaux relativement volumineux de labrador. D'une façon générale, la roche est à grain fin, et les éléments de première consolidation sont peu développés. La texture est peu fluidale. Les microlites d'olivine sont fréquents, mais très petits. Les microlites de feldspath sont attribuables pour la plupart au labrador. Quelques-uns, et la proportion est très variable, appartiennent certainement à l'oligoclase.

A Chantemerle, les labradorites sont surmontées par une coulée d'andésite extrêmement compacte, de couleur grise. Au microscope, cette dernière roche se résout en un fouillis de microlites filiformes, les uns feldspathiques et s'éteignant sous de très petits angles, les autres d'augite. Une fine poussière de fer oxydulé remplit toute la roche. L'olivine manque totalement.

L'andésite de Chantemerle est accompagnée de tufs. Andésite et tufs sont percés par un filon de phonolite, sur le chemin même. Ce filon a depuis longtemps été signalé par Tournaire. Le phonolite qui le compose est remarquable par l'abondance du verre, la rareté des cristaux anciens et la disparition à peu près complète du pyroxène. Les microlites sont relativement grands, très aplatis parallèlement à g^1, et presque tous monocliniques. Il y a un peu de sphène. Les feldspathides semblent manquer, comme dans les filonnets de Saint-Pierre-Eynac, ou dans les blocs des tufs du Pertuis.

Au-delà du filon de Chantemerle, nous cheminons sur des labradorites noires, d'aspect basaltique. Je montre de loin à la société (il est malheureusement trop tard pour que nous puissions nous détourner) l'affleurement du granite sur le versant Nord du point 1504, à l'altitude d'environ 1400 mètres. Cet affleurement granitique domine les coulées que nous foulons en ce moment. Je rappelle que dans le cirque de Chaudeyrolles, sous les labradorites, le granite affleure à 1200 mètres environ. Les labradorites ont donc coulé dans une vallée granitique très profonde, ouverte sans doute du Nord au Sud. Le point culminant du massif granitique paraît avoir été entre le Mézenc et les Estables.

Nous arrivons aux buttes curieuses qu'on appelle les Dents du Mézenc. Ces buttes au nombre de quatre s'alignent dans une direction N.-E.-S.-E. Elles sont très fautivement indiquées sur la carte d'État-Major. Quand on gravit l'un des pitons extrêmes, on a l'impression très nette d'un dyke énorme, puissant de trois à quatre cents mètres, donc l'affleurement, bizarrement découpé par l'érosion, fait saillie sur le plateau de laves.

La roche des Dents du Mézenc est un trachyte à grands cristaux d'orthose. La couleur est le blanc grisâtre, tournant, par altération, au jaune sale. La formule en est la suivante :

$$\mathfrak{T}\mu - \overline{Ap\ F_1\ ZSM\ A_3\ P_4\ t_1\ \underline{a_1\ o_1}}\ \underline{P_4\ M}$$

L'apatite est extrêmement abondante et très riche en inclusions, parfois polychroïque. Au sphène s'associe un peu de zircon. Le fer oxydulé est plus abondant que dans les autres roches acides du Mézenc. La hornblende et le mica noir ancien sont en grande partie ferruginisés. L'augite est d'un vert grisâtre, intermédiaire entre le pyroxène œgyrinique des phonolites et l'augite des laves noires. Les grands cristaux feldspathiques, souvent zonés, sont très chargés d'inclusions vitreuses. Beaucoup appartiennent à l'orthose. La

plupart des microlites sont trapus et courts, sans mâcles, nettement rectangulaires, et s'éteignent à zéro. Les microlites tricliniques et les microlites d'augite sont rares.

J'ai signalé cette roche en 1887, sous le nom de *trachyte à apatite*, en la faisant contemporaine des trachytes vitreux, c'est-à-dire postérieure aux labradorites. J'ai indiqué, en 1890, sa grande analogie avec les roches acides de Vahille, et avec le trachyte à mica noir de Monedeyres, près du Mégal ; et je l'ai séparée des trachytes vitreux supérieurs pour la ranger dans le groupe des trachytes et phonolites inférieurs.

C'est qu'en effet, aux Dents du Mézenc, il est impossible de se former une opinion sur la question de l'âge relatif du trachyte et des labradorites. Le dyke (car c'est bien certainement un dyke) perce-t-il les laves noires ? Ou bien celle-ci l'ont-elles entouré lorsqu'il était déjà déchaussé et partiellement démantelé ? Le problème ne peut être résolu sur place. Il en faut demander la solution à l'étude des régions avoisinantes.

Or, cette étude, à peine ébauchée en 1887, ne permet guère aujourd'hui d'hésiter entre les deux réponses. Le trachyte des Dents du Mézenc est, suivant toute vraisemblance, antérieur aux labradorites. Ses analogies pétrographiques sont, en effet, avec les trachytes, nettement antérieurs à la série des laves compactes : trachytes de Bonnefoy, de Vahille, de Montusclat, de Queyrières. Il diffère profondément, d'autre part, des trachytes augitiques supérieurs (Lardeyrol, Boutières, Cuzet, l'Aubépin). Ainsi que M. Boule l'a fort justement indiqué, ceux-ci sont à la fois beaucoup plus compactes et beaucoup plus basiques : ils ne contiennent pas ou presque pas de hornblende et de sphène ; leur augite n'est jamais œgyrinique ; ils sont beaucoup plus riches en matière vitreuse, et l'orthose du second temps y est moins bien cristallisé.

Au delà des Dents du Mézenc, on voit encore les labradorites affleurer çà et là, au milieu des pâturages. Puis on entre dans la région des éboulis de phonolite qui cachent partout le contact de la lave acide et des coulées noires. La pente devient de plus en plus raide. Nous attaquons bientôt la muraille rocheuse au sommet de laquelle on distingue le signal en ruine, but de nos efforts. A 10 h. 1/2 la Société est enfin réunie au sommet même du Mézenc.

La première pensée est pour les Alpes; et chacun de fouiller avidement du regard les brouillards amassés sur la vallée du Rhône. Ces brumes cachent obstinément les chaînes subalpines,

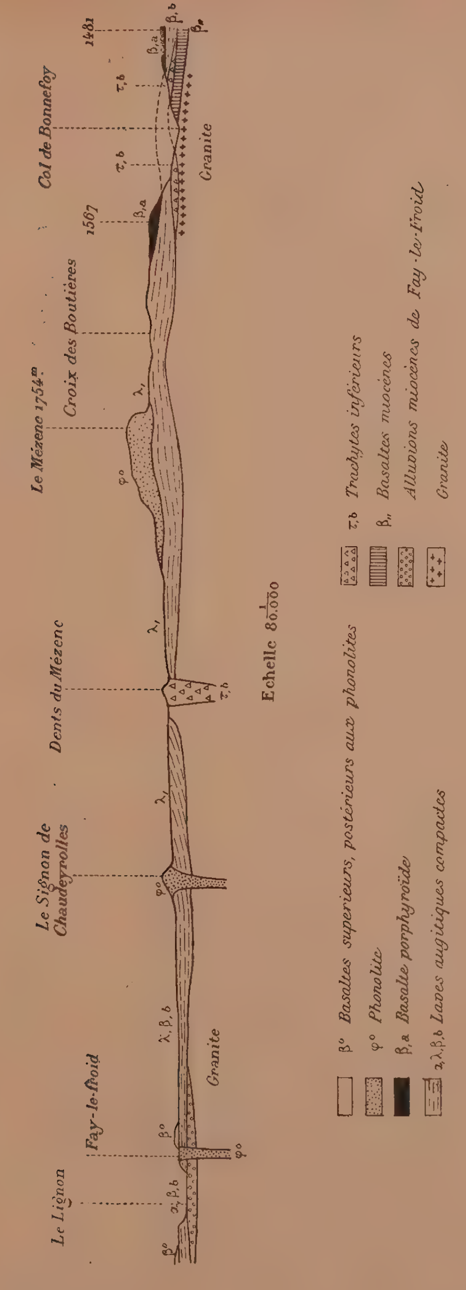


Fig. 19. — Coupe Nord-Sud de Fay-le-Froid à Bonnefoy, par le Mézenc.

et l'on désespère un instant de rien voir. Mais voici qu'à une hauteur immense au-dessus de l'horizon, comme suspendue en plein éther, la haute chaîne de l'Oisans dresse ses aiguilles de pierre et déroule ses champs de glace. C'est d'abord une ligne molle et indécise, à peine perceptible dans la pâleur du ciel. Puis les yeux s'accoutument à cette vision de rêve; les contours deviennent précis; on reconnaît les cîmes amies, les sommets récemment foulés; et la voix des alpinistes s'élève, nommant toutes les saillies de la chaîne. Cette longue barre rocheuse, d'une altitude uniforme, au pied de laquelle s'étale un étroit ruban de glaciers, c'est la crête des Grandes-Rousses. Immédiatement à sa droite, au-dessus de la dépression qui correspond à la Romanche, ces trois pics aux silhouettes grimaçantes, ce sont les Aiguilles d'Arve. Puis vient la Meije, dressant sa pyramide prodigieuse sur un socle tout blanc qui est le glacier du Mont-de-Lans. A droite, un chaos d'aiguilles, la Grande-Ruine. A droite encore, une dépression profonde, puis une haute cîme, très noire avec quelques loques neigeuses, la Barre des Ecrins. Et les cîmes se succèdent : l'Ailefroide, les Bancs, le pic d'Olan, le Chaillol. Puis, brusquement une trouée énorme, la vallée du Drac : et au-delà une crête plus rapprochée, moins haute, n'arrivant pas aux neiges éternelles, la crête calcaire du Dévoluy. Tout au bout de la chaîne, vers le Sud, un gros sommet arrondi, bleuâtre, isolé, monte dans l'azur : c'est le Ventoux. Et à l'autre bout, du côté du Nord, par delà un grand amoncellement de brumes qui cachent Belledonne, les Sept-Laux, la Vanoise, voici le roi de toutes ces cîmes, si haut et si blanc qu'on le prendrait pour un nuage, le Mont-Blanc.

Après avoir longtemps admiré ces lointains grandioses, nous promenons nos regards sur l'étrange pays qui nous entoure. Au Nord et à l'Ouest, de grands plateaux laviques prolongent les pentes douces du volcan. Le paysage est triste et monotone : prairies et champs de bruyères, interrompus par des bandes d'un vert plus intense qui marquent le thalweg des petites vallées, ou par des rochers grisâtres qu'ont usés et déprimés de longs siècles d'érosion. Les montagnes que nous vantions hier, le Mégal, le Lizieux, Roffiac, l'Alambre, se détachent maintenant à peine sur l'étendue plate, et tout ce pays de vieilles laves se fond graduellement, sans limites précises, dans une région qui semble plus plate et plus uniforme encore, la région granitique. A l'Est et au Sud, le paysage est tout autre. Des ravins immenses, aux profondeurs d'abîmes, remontent jusqu'au centre du massif volca-

nique. Sur les crêtes étroites qui séparent ces ravins, sont encore posés quelques témoins de la couverture éruptive, lambeaux de coulées fragiles et instables que le moindre effort, semble-t il, suffirait à arracher de leur socle amoindri. Au dessous de ces témoins, le granite est entaillé sur quatre à cinq cents mètres de hauteur. Des buttes phonolitiques s'élèvent çà et là, les unes sur les crêtes, les autres à mi-hauteur, d'autres encore dans le fond des vallées ; et celles qui sont restées debout sur les crêtes, comme le Suc de Sara, plongent dans le sol granitique d'énormes racines plus ou moins déchaussées par le ravinement. Du Mézenc à Mézilhac, c'est par dizaines qu'il faut compter ces culots de phonolite. Quelques-uns ont une allure filonienne très prononcée, avec des contours irréguliers et bizarres : la plupart montrent une section ovale ou même parfaitement circulaire ; la cheminée qu'ils ont obstruée coupait le granite comme à l'emporte-pièce.

Ce contraste si étonnant entre les deux versants du Mézenc n'est évidemment dû qu'à l'inégalité des effets de l'érosion. Sur le versant du Rhône, où la mer est plus proche et, par conséquent, la pente plus forte, le ravinement a marché plus vite : du massif volcanique, il ne reste plus que des ruines. Sur l'autre versant où la pente générale vers l'Océan est extrêmement faible, une grande partie de l'appareil éruptif est resté, et le granite est presque partout caché par l'accumulation des laves.

Le sommet du Mézenc est constitué par un phonolite très néphélinique, peu différent de celui du Mégal. Le fer oxydulé, l'orthose et l'anorthose en cristaux assez volumineux, sont les éléments importants de la première consolidation. Le sphène est très rare ; la noséane peu abondante. La deuxième consolidation a donné des microlites d'orthose et d'anorthose relativement gros, souvent mâclés suivant la loi de Carlsbad, et beaucoup de néphéline. Les microlites magnésiens sont d'un augite vert, mais non d'œgyrine. Il y a une notable quantité de matière vitreuse.

L'épaisseur des phonolites au Mézenc est d'au moins 150 mètres. Sur le versant Est, au-dessus de Chara, on voit assez nettement ces laves acides reposer sur les labradorites, et la surface du contact coupe la paroi du cirque assez exactement suivant une courbe de niveau. A l'Ouest les coulées du Mézenc se soudent à celles du mont d'Alambre et du Rocher d'Aiglet. Cet énorme massif de phonolite a sans doute plusieurs racines, et rien, jusqu'ici, n'autorise à croire que la cheminée principale soit sous le sommet du Mézenc.

Les escarpements de la face Ouest du Mézenc sont coupés par un filon, dirigé Nord-Est, d'un basalte riche en olivine, du type β° des environs de Fay-le-Froid. La roche de ce filon est extrêmement compacte, très homogène : elle a les caractères généraux d'une roche de profondeur. Il y a donc lieu de penser que cette roche s'est consolidée loin du jour, c'est-à-dire qu'une forte épaisseur de laves, phonolites, trachytes ou basaltes, surmontait la plate-forme actuelle du Mézenc, à l'époque lointaine où s'épanchaient encore des basaltes du type β°.

Nous avons eu le très grand plaisir de retrouver au sommet de la montagne nos aimables hôtes de Charensac, Mme Boyard, M. Terra, et leurs amis. C'est en leur agréable compagnie que nous redescendons les pentes escarpées du versant Sud, et que nous nous dirigeons, à travers les plantations de l'Administration forestière, vers la maison du garde, devant laquelle on voit, avec satisfaction la table dressée et la nappe mise.

COMPTE-RENDU DE LA COURSE DU MÉZENC AUX ESTABLES, PAR LA CHARTREUSE DE BONNEFOY,

par M. **P. TERMIER**.

Après le déjeuner, vers deux heures, les membres de la Société qui ont opté pour l'itinéraire de Bonnefoy, quittent la maison forestière. Au col de la Croix-de-Boutières, ils laissent le chemin qui descend au fond du cirque, et suivent, au Sud, le bord de l'escarpement.

Conformément aux belles descriptions qu'en a données M. Boule, le cirque des Boutières est ouvert dans les laves augitiques compactes du Mézenc, et le type dominant est une labradorite relativement andésitique, ce que M. Boule a proposé d'appeler une *andési-labradorite*. Les coulées de laves franches alternent avec des projections volcaniques bien stratifiées, de couleur grise, agglutinées en bancs bien réglés, et avec de véritables coulées scoriacées. Tous les bancs et toutes les coulées plongent vers l'extérieur du cirque. D'où l'idée (que j'ai été heureux de voir partagée par M. Boule) que le point d'émission est situé sur l'emplacement même du cirque,

c'est-à-dire que le cirque des Boutières correspond sensiblement à l'ancien cratère agrandi par l'érosion.

Nous cheminons au bord du précipice, dans des prairies charmantes. A chaque pas, à travers une déchirure de l'arête, on voit, en se penchant, les nappes de tufs et les couches de débris empilées les uns sur les autres. Quelques filons les traversent, formés de labradorite ou de basalte. A notre droite, sur le plateau de lave noire, se dresse un témoin de coulée phonolitique, le sommet 1621 de la carte d'Etat-Major.

Au-dessus de la ferme de Rauchon, se dresse une grande aiguille noire qui domine de haut le reste de la crête. Cette aiguille est faite de bancs d'une labradorite basique, passant au basalte compacte : les bancs plongent au Sud, c'est-à-dire vers l'extérieur du cirque.

Du haut de ce belvédère, où nous restons longtemps assis, la vue du cirque des Boutières est vraiment saisissante. Au-dessous de la masse des phonolites du Mézenc, on distingue aisément les coulées de lave noire, les tufs, les filons de trachyte augitique ou de labradorite. La belle coupe dont M. Boule montre en ce moment les détails à ceux de nos confrères qui ont préféré descendre au fond du gouffre, cette belle coupe se lit, du point où nous sommes, comme sur un livre. Sous le château, nous voyons la grosse coulée du basalte porphyroïde inférieur, l'affleurement blanc du trachyte, les scories rouges et noires des basaltes récents, et enfin le granite du socle, déchiré par les grands ravins où se forme la Saliouse.

Au Sud de l'aiguille noire de Rauchon, la crête est formée par une nappe peu épaisse de phonolite, reposant d'abord sur la lave noire, puis, au fur et à mesure que l'on marche vers l'Est, sur une épaisseur croissante de trachyte augitique. Si l'aiguille de Rauchon domine le phonolite, c'est qu'il s'est écoulé un temps très long entre la sortie des laves noires de l'aiguille et la venue phonolitique : le phonolite a coulé dans un sillon relativement profond, ouvert par l'érosion dans la labradorite.

Les trachytes augitiques où nous arrivons sont du type $\tau_{,a}$ de la série du Mézenc, type nettement intercalé dans les laves noires compactes et surtout entre ces laves et les phonolites. Ce sont mes *trachytes vitreux* de 1887. Je n'en connaissais, à cette époque, que les types les plus vitreux (l'Aubépin, Lardeyrol).

Ces trachytes forment des coulées souvent étendues, mais presque toujours peu épaisses. A l'œil nu, ils sont gris ou noirs, à peu près compactes, semblables à des andésites ou même à des labradorites.

Par altération, la roche devient blanche, nacrée ; et, comme cette altération est très fréquente, la séparation est relativement facile de ces trachytes et des laves plus basiques. Les coulées sont fréquemment bulleuses et scoriacées ; elles alternent parfois avec des tufs rougeâtres. La formule habituelle a été donnée par M. Boule ; c'est :

$$\mathcal{T}_{\mu} - \overline{Ap\ F_1}\ \underline{F_1\ P_4 t_1 o_1\ M}.$$

Il y a toujours beaucoup de matière vitreuse. M. Boule a signalé aussi à très juste titre l'abondance de l'oligiste. Notre éminent confrère attribue à l'orthose la plupart des microlites feldspathiques. J'incline à croire que beaucoup de ces microlites aux contours vagues, non mâclés, appartiennent à l'oligoclase.

J'ai dit plus haut que les trachytes $\tau_{,a}$ apparaissent déjà au milieu des laves noires compactes. Tels sont ceux du Pauc, de Saint-Clément, de Chara. Ceux que M. Boule signale dans le cirque des Boutières m'ont plutôt paru appartenir à un filon. Les grands épanchements sont en tout cas postérieurs aux laves noires compactes.

C'est à ce niveau intermédiaire entre les phonolites et les labradorites qu'appartiennent les trachytes que nous touchons en ce moment. Ils affleurent des deux côtés du témoin phonolitique et passent certainement sous ce témoin. Ce sont eux qui forment le sommet de la petite aiguille, bien marquée sur la carte, qui domine Goudet.

Le col qui sépare cette aiguille de la crête phonolitique est ouvert dans des roches bien différentes. Ce sont des tufs et des couches de scories qui descendent sur les deux versants de la montagne, plaqués sur l'un et l'autre versants avec des inclinaisons très fortes. Les débris et les scories sont de nature basaltique. Ces matériaux éruptifs proviennent d'un petit cône adventif situé probablement sur la crête même, à une époque relativement récente : les couches de tufs et de scories descendent en effet très bas dans la vallée. Je les ai rapportés, comme ceux du fond du cirque des Boutières, et comme ceux des volcans récents de Borée, au Quaternaire ancien (β^2). Il va sans dire que l'âge précis est encore inconnu.

Nous arrivons maintenant sur le versant Sud des Rochers de Cuzet, et nous apercevons déjà, par delà les profonds ravins descendus du point 1567, les vertes prairies de Bonnefoy.

Après avoir marché pendant quelque temps sur des trachytes

augitiques bulleux et scoriacés, nous voyons affleurer, *au-dessous de ces trachytes*, une belle coulée de *basalte porphyroïde*, épaisse d'une quinzaine de mètres. C'est le cinquième terme de la série du Mézenc, celui que j'ai appelé $\beta,_{a}$. Il apparaît ici au sommet des laves noires compactes, c'est-à-dire précisément à la place du basalte porphyroïde du Mégal.

La roche est d'un beau noir, criblée de petits cristaux d'augite et de grains d'olivine. Le faciès est celui du basalte de la Jame.

C'est ce basalte porphyroïde *supérieur* que nous retrouverons, au Sud du col de Bonnefoy, sur le sommet 1481. A partir de là, on peut le suivre, au même niveau, jusqu'au Suc de Montivernoux, près Mézilhac. Le basalte porphyroïde de Bourlatier et de Lachamp-Raphaël n'est donc pas, comme l'a indiqué M. Boule, contemporain du basalte inférieur du château de Cuzet. Il est, au contraire, postérieur à toute la série des laves noires compactes.

En descendant vers le col de Bonnefoy, nous recoupons cette dernière série. Ici, déjà, les basaltes abondent, surtout à la base. Ces basaltes, extrêmement compactes et très feldspathiques, se distinguent très mal, à l'œil nu, des labradorites.

Près du col, cette série repose sur une épaisse nappe de trachyte inférieur. La puissance du trachyte atteint 30 mètres sur le chemin même. La roche est blanche ou grise, souvent altérée et prenant alors un aspect nacré. Elle renferme de grands cristaux d'orthose et de hornblende. Sa formule est la suivante :

$$\mathcal{T}_{\mu} \; — \; \overline{Ap \; F_1 \; A_3 \; P_4 \; t_1 \; a_1 \; o_1} \underline{\; a_1 \; o_1 \; P_2}$$

L'apatite polychroïque est abondante. La hornblende est en cristaux très volumineux, généralement bien conservés. Ce sont là les deux minéraux les plus caractéristiques des trachytes inférieurs. Il y a de l'augite grisâtre, en cristaux anciens, et des microlites verts d'augite œgyrinique.

Au col même, le trachyte repose sur un granite très décomposé, d'où le mica a presque entièrement disparu. L'altitude est 1373. C'est un des points les plus hauts atteints par le granite sous le massif du Mézenc.

A la hâte (car il se fait tard), nous gravissons les pentes qui dominent le col au Sud. Ici, ce n'est plus le trachyte qui repose directement sur le granite. Les coulées les plus basses sont faites d'un basalte feldspathique extrêmement compacte, alternant avec des couches scoriacées très altérées, de couleur rouge. Ce complexe a au moins 40 mètres d'épaisseur.

C'est seulement au-dessus de ces basaltes que reparaît, sur le chemin même et en un seul point, une petite coulée de trachyte inférieur. Ce trachyte est d'une fraîcheur admirable, et il est identique à celui du versant Nord du col.

Ici, comme dans le fond du cirque des Boutières, comme à Queyrières aussi, il existe donc une épaisse formation basaltique *en dessous des trachytes inférieurs*. Ces basaltes très anciens ont des caractères pétrographiques constants. Ils sont remarquablement feldspathiques. Du col de Bonnefoy, on peut suivre leurs coulées, sur une pente d'une inclinaison très faible et presque uniforme, jusqu'aux Coirons, où les tufs associés à ces basaltes ont été si bien étudiés par M. Torcapel. Au Mézenc même, nous n'avons pas d'indication sur leur âge : nous savons seulement qu'ils sont plus anciens que tout le reste de l'appareil éruptif, et qu'ils se relient d'une façon indiscutable à ceux des Coirons. Ces coulées anciennes ont donc l'âge des coulées des Coirons. On sait que cet âge est connu avec une grande exactitude depuis les découvertes faites à Aubignas par M. Torcapel : c'est le Miocène supérieur.

L'éruption du trachyte inférieur est malheureusement limitée aux environs immédiats du Mézenc. Un autre gisement de ce trachyte se trouve non loin d'ici, à Valories, sur le chemin de Bonnefoy au Béage, et à peu près au niveau où nous sommes actuellement. Le trachyte forme là, comme ici, une petite nappe lenticulaire peu étendue entre les basaltes inférieurs, ou basaltes miocènes ($\beta_{\prime\prime}$), et les basaltes compactes supérieurs qui font partie de la série des laves noires compactes du Mézenc ($\alpha_{\prime}\lambda_{\prime}\beta_{\prime}b$).

Nous continuons à gravir les pentes du sommet coté **1481**. Au-dessus du trachyte, nous traversons la série des laves noires compactes ; mais ici, plus encore que sur l'autre versant du col de Bonnefoy, les basaltes dominent. Je signale pourtant à la Société quelques niveaux de labradorite authentique. *Cette série est couronnée par le basalte porphyroïde*, épais d'environ **15** mètres, comme sur le versant Sud des Rochers de Cuzet. Du point **1481**, on foule la coulée porphyroïde jusqu'au pied des escarpements phonolitiques du Suc de la Lauzière.

Le soir tombe. Assis sur le tertre gazonné qui marque le bord extrême du plateau, nous contemplons un instant l'admirable paysage. Le soleil qui descend éclaire maintenant les Alpes, qui paraissent très proches, dans l'atmosphère purifiée par le vent du midi. Les chaînes subalpines montrent leurs escarpements calcaires, violemment éclairés. Une lumière intense remplit les fonds où l'on

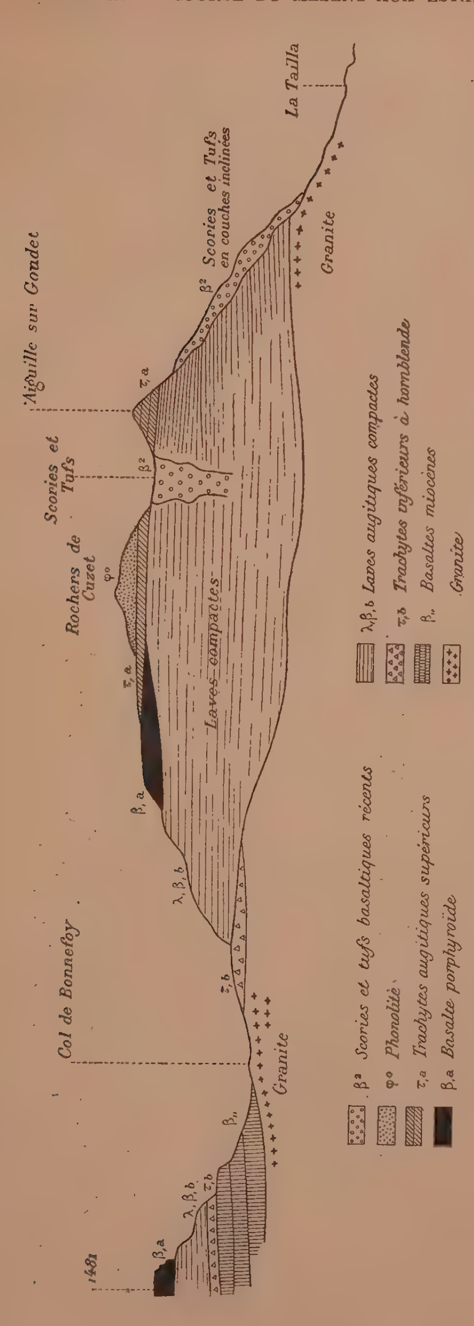


Fig. 20. — Coupe de la Tailla à Bonnefoy, par les Rochers de Cuzet.

devine la vallée du Rhône, pendant que les ravins formidables qui s'ouvrent à nos pieds sont déjà envahis par l'ombre grandissante.

> Sed jam summa procul villarum culmina fumant,
> Majoresque cadunt altis de montibus umbræ.

En face de nous, les coulées de Cuzet s'étagent, très noires, avec des intercalations rougeâtres, et sur ce socle qui semble maintenant très large, étendu jusqu'au delà de Saint-Clément, le Mézenc phonolitique est couché, pareil à un sphinx. A notre droite, du fond des abîmes où la nuit tombe déjà, les pics de phonolite montent vers la lumière, et quelques-uns d'entre les plus hauts, le Suc de Sara, le Suc de la Veine, le Suc de Soutron, la Roche-Besse, ont encore un peu de soleil sur leur cîme chauve.

En nous retournant, nous voyons courir vers le Sud-Est l'étroite arète qui sépare les bassins de l'Océan et de la Méditerranée : parfois elle est formée de granite et vêtue de forêts ; d'autres fois elle montre des coulées noires empilées les unes sur les autres, avec les mêmes assises rougeâtres ; et ces coulées sont percées de loin en loin par des pitons coniques, qui semblent autant de clous enfoncés dans les laves noirâtres pour les relier au socle de granite, le Gerbier-des-Joncs, le Suc de Liberté, le Suc de Montivernoux. Vers le Sud, voici la vallée de la Loire, une combe verdoyante où coule un petit ruisseau. Vers l'Ouest enfin, par delà les plateaux de phonolite et de basalte du Béage, voici les derniers volcans du Devès ; et tout au fond, très loin, dans le couchant qui s'embrase, la ligne bleuâtre de la Margeride.

Il faut partir. Nous gagnons en courant les prairies du col et nous escaladons de nouveau, au Nord, l'escarpement des laves noires. Chemin faisant, je montre à la Société l'alternance des basaltes compactes et des labradorites, puis, tout en haut de la série, le basalte porphyroïde. Notre dernier coup d'œil est pour le granite, que nous voyons affleurer à Blache-Redoule, en face des Estables, par 1400 mètres d'altitude. Je rappelle l'affleurement vu de loin dans la matinée, sur le versant Nord du Mézenc, à peu près à la même altitude. Nulle part sous le Mézenc on ne voit le granite monter plus haut. Au col de Bonnefoy, nous l'avons dit déjà, il arrive à 1373 mètres. C'est donc entre le point où nous sommes et celui que nous avons vu ce matin, qu'il faut placer le sommet du pays granitique à l'époque lointaine de la venue des labradorites. La ligne ainsi déterminée passe à peu de chose près sous le sommet même du Mézenc.

En traversant la Gazelle, nous apercevons encore des coulées scoriacées rougeâtres, intercalées entre des nappes basaltiques. Ces éruptions appartiennent à la série ancienne des $\beta_{,b}$, qui sont, aux Estables, antérieurs aux labradorites et aux andésites. Enfin, à 6 heures, aux derniers rayons d'un couchant qui s'éteint, nous rejoignons, dans les rues du village des Estables, l'autre moitié de la caravane.

COMPTE RENDU DE LA COURSE DU 19 SEPTEMBRE AU MÉZENC ET AU CIRQUE DES BOUTIÈRES.

(Deuxième itinéraire)

par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XVIII et XIX).

Tandis qu'un grand nombre de nos confrères partent à pied pour le Mézenc sous la direction de M. Termier, d'autres préfèrent suivre un itinéraire moins fatigant et aller en voiture jusqu'aux Estables.

Nous reprenons la route parcourue la veille et quelques minutes après nous sommes au bord du Lignon.

Les berges de ce ruisseau, situées à 1100^m d'altitude, sont pratiquées en partie dans des sables quartzeux et des argiles avec cailloux roulés : silex et chailles jurassiques, quartz, calcaire, granite et, enfin, éléments basaltiques. Ce terrain est beaucoup plus développé en d'autres points du massif du Mézenc, notamment aux environs du Monastier. Dans cette dernière région, il est parfois difficile à séparer des argiles sableuses oligocènes sur lesquelles il repose, tandis que plus près du centre du massif, comme à Fay-le-Froid, il recouvre directement le granite. Il a été découpé et dénivelé par les failles tertiaires. L'absence de fossiles fait qu'il est impossible, dans l'état actuel de la science, de préciser son âge. On peut le regarder comme miocène par suite de sa ressemblance avec les sables à *Dinotherium* du Cantal. La présence des cailloux roulés de basaltes ne permet guère de le considérer comme plus ancien.

La route remonte ensuite la vallée du Lignon. Elle coupe d'abord des coulées de basalte compacte alternant avec des tufs tellement

altérés qu'ils sont parfois réduits à une argile ferrugineuse d'un rouge intense. Ces basaltes représentent les formations volcaniques les plus anciennes du Mézenc. Les coulées inférieures se relient aux basaltes miocènes des Coirons. Nous aurons l'occasion de les revoir plusieurs fois dans la journée. Nous les distinguerons toujours facilement du basalte des plateaux du Mézenc, ou basalte-semi-porphyroïde, par la rareté des grands cristaux d'augite. Il est impossible de les confondre avec les roches similaires de la chaîne du Velay et des environs du Puy, car ils ont une texture plus fine, plus compacte, ils sont généralement dépourvus de vacuoles : leur couleur est noire plutôt que bleuâtre, leur cassure est plus franche, l'olivine n'y forme pas de nodules et ses cristaux, d'ailleurs très répandus, ne sont pas toujours visibles à l'œil nu.

Le flanc gauche de la vallée du Lignon est dominé par la magnifique coulée de phonolite de Roffiac. Beaucoup de géologues, parmi lesquels on pourrait citer des noms éminents, ont regardé toutes les masses phonolitiques comme des dykes. Cette opinion est singulièrement exagérée. La plupart des montagnes phonolitiques doivent être considérées comme le résultat de véritables épanchements d'un magma acide que sa composition chimique rendait très visqueux et empêchait de s'étendre bien loin. Mais il suffit de voir le front vertical, s'étendant sur plusieurs kilomètres de longueur, de la masse phonolitique de Roffiac, pour reconnaître qu'il y a aussi de vastes coulées de phonolites formant des plateaux à surface plus accidentée que les plateaux basaltiques et tout à fait semblables, comme formes de terrain, aux coulées de trachyte du Cantal ou du Mont-Dore.

Le Velay offre de nombreux exemples de coulées phonolitiques ; celui de Roffiac est un des plus nets qu'on puisse observer.

Arrivés sur le plateau de Chaudarac, nous retrouvons à sa place habituelle le basalte semi-porphyroïde et là, comme partout ailleurs, cette roche imprime au paysage un aspect désertique. On se croirait transporté dans certaines régions des Montagnes Rocheuses si l'on n'apercevait, disséminées çà et là, quelques maisons construites en phonolite, recouvertes de chaume et abritées par quelques arbres chétifs. Un peu plus loin, au pied du Mont d'Alambre, nous prenons des échantillons d'une roche que nous n'avons pas encore rencontrée et dont la sortie a précédé immédiatement les éruptions phonolitiques. C'est un trachyte augitique, disposé en coulées peu épaisses, mais fort étendues et qu'on rencontre sur beaucoup de points. Cette roche

se divise en dalles comme les phonolites ; elle est remarquable par son uniformité et par la rareté des cristaux du premier temps de consolidation. Voici sa formule :

$$\mathcal{T}_{\mu} - \overline{\mathrm{Ap}\underline{\mathrm{F}_1}}\underline{\mathrm{P}_4\mathrm{o}_1\mathrm{M}}$$

Nous abandonnons bientôt après les voitures pour gagner la maison forestière du Mézenc par les pentes gazonnées du Mont d'Alambre.

En attendant l'arrivée des confrères de la première troupe et pendant que plusieurs d'entre nous sont occupés à dresser en plein air la table du déjeûner, d'autres se rendent à Costebelle, à quelques centaines de mètres de la maison forestière, où ils recueillent dé beaux cristaux de néphéline dans des phonolites celluleux.

Après le déjeûner toute la Société se rend au col de la Croix-des-Boutières, au sud du Mézenc. Là, nouvelle scission. Les uns, avec M. Termier, vont explorer les environs de Bonnefoy, tandis que d'autres tiennent à voir la coupe du cirque des Boutières.

J'ai déjà eu l'occasion d'insister sur les différences topographiques que présentent les deux versants oriental et occidental du massif du Mézenc. De la Croix des Boutières, nous sommes admirablement placés pour apprécier ces différences. Le panorama est moins étendu que du sommet du Mézenc, mais il a plus de relief. Quand nous regardons vers l'Est, au lieu de plateaux gazonnés, comme ceux que nous avons traversés le matin (voy. pl. XVIII), ou des dépressions larges et peu accusées comme la vallée des Estables, nous voyons un sol creusé, raviné, à des profondeurs considérables, découpés en pics aigus, en crêtes déchiquetées (pl. XIX). Une infinité de plans s'étagent jusqu'à la vallée du Rhône dominée, à une hauteur considérable au-dessus de l'horizon, par la ligne blanche et dentelée de la chaîne des Alpes. Nous sommes bien placés pour juger des effets de l'érosion sur cette moitié orientale du massif volcanique réduite à l'état de ruines.

Ces ravinements profonds favorisent singulièrement les géologues en leur fournissant de bonnes coupes. C'est ainsi que le cirque des Boutières, creusé au cœur même du massif jusqu'au granite, à une profondeur de 600 mètres, permet d'établir la succession de presque toutes les éruptions. Ses parois escarpées nous ont présenté plusieurs coupes.

La coupe (fig. 21) part du point phonolitique 1621, à l'ouest du Rocher de Cuzet, et se termine au petit confluent des deux branches primitives du ruisseau de Saillouze.

Le phonolite du point 1621 (φ^o) est très probablement un témoin rattaché autrefois à la masse principale du Mézenc. Ce phonolite repose incontestablement sur une coulée d'andési-labra-

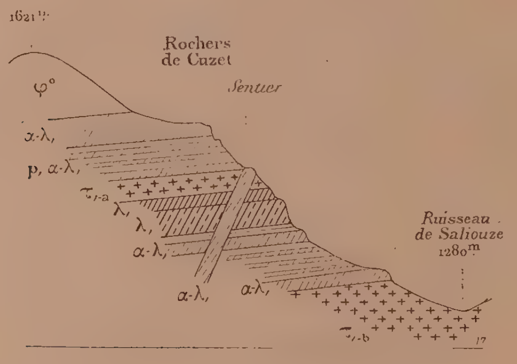


Fig. 21. — Coupe du Cirque des Boutières.

dorite (α-$\lambda_{,}$) qui forme le sommet du pourtour du cirque des Boutières. Cette superposition est tout à fait évidente sur le flanc du cirque regardant le Nord (c'est-à-dire dans la partie sud du cirque). La maison de Rouchon est dominée par un rocher à pic de plus de 150 mètres de hauteur, où le contact du phonolite et de l'andési-labradorite a lieu suivant une ligne très nette et sensiblement horizontale.

L'andési-labradorite repose sur des projections volcaniques bien stratifiées, de couleur grise, agglutinées en bancs bien réglés, plongeant à la fois vers le Nord et vers l'Ouest. Les bancs les plus résistants sont composés de projections plus volumineuses et forment de belles corniches. Ce sont des tufs de labradorite (p,$\alpha_{,}$-$\lambda_{,}$). A la Croix-des-Boutières, le tuf a une apparence beaucoup plus ignée. Il y a là une véritable coulée scoriacée rougeâtre, dont les vacuoles sont remplies de beaux cristaux de chabasie et de christianite. Le sentier menant de la Croix-des-Boutières à Rouchon permet d'étudier ces tufs et ces brèches sous tous leurs aspects. D'après leur plongement, qui se fait à l'inverse des pentes du cirque, il ne paraît pas douteux que le point d'émission n'ait été situé sur l'emplacement même de ce cirque.

Cette formation repose sur un trachyte augitique compacte, gris, se débitant en plaquettes, dans lequel est pratiqué le sentier. Ce

trachyte ($\tau_{,-a}$) forme une sorte de lentille ou de gâteau ne s'étendant pas très loin. Il est coupé par un filon dirigé sensiblement Nord-Sud, parallèlement au sentier, et constitué par une roche noire se divisant en plaquettes comme le trachyte, surtout à son contact. C'est encore une labradorite riche en microlites d'oligoclase.

Au-dessous vient une coulée de labradorite compacte ($\lambda_{,}$). Celle-ci repose sur une nouvelle coulée de labradorite d'un faciès particulier ; elle est riche en cristaux de pyroxène assez volumineux, qui lui donnent une apparence porphyroïde. On la retrouve sur différents points de la région.

Puis viennent plusieurs coulées — au moins deux — d'andési-labradorites compactes, ressemblant aux coulées supérieures. Elles sont séparées par des brèches ignées, scoriacées, de coloration rougeâtre ou lie de vin, généralement très altérées.

Enfin, ces andési-labradorites reposent sur un trachyte blanc ou gris, nacré, avec de grands cristaux d'anorthose et se débi-

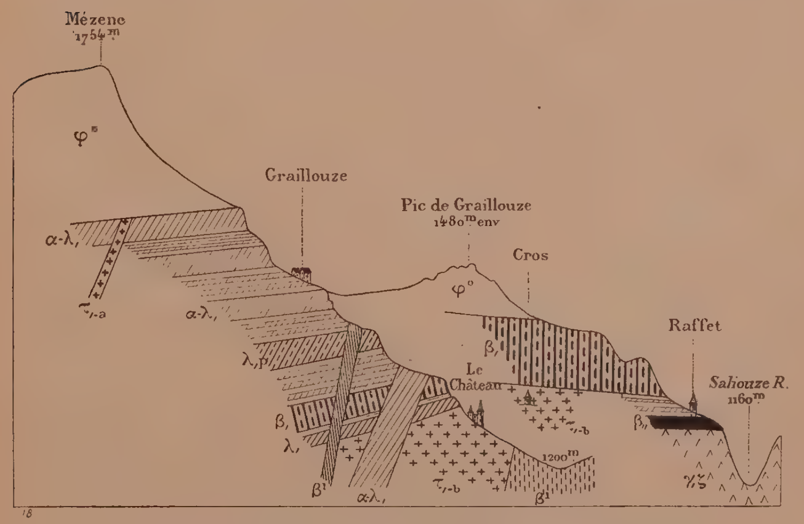


Fig. 22. – Coupe du Mézenc et du Cirque des Boutières.

tant en feuillets, ce qui lui donne un aspect phonolitique. Ce trachyte forme tout le fond du cirque ($\tau_{,-b}$).

La coupe fig. 22 part du sommet du Mézenc et traverse le flanc

septentrional du cirque. Sur un plan plus éloigné, j'ai représenté une deuxième section ayant la même origine que la première, mais se terminant à 600 ou 700 mètres en aval du point où se termine celle-ci.

Le Mézenc est probablement un point de sortie du phonolite. On peut considérer cette montagne comme la tête d'une épaisse coulée, qui s'est épanchée surtout à l'Ouest, et à laquelle appartient l'Ambre (Mont d'Alambre de la carte de l'État-major).

Quoi qu'il en soit, la masse phonolitique du Mézenc, épaisse d'environ 150 mètres, repose sur d'énormes coulées d'andési-labradorites compactes, séparées par des couches de tufs rougeâtres. Les nappes du rocher de Cuzet, que nous avons vues dans la coupe précédente, ne sont que la continuation de celles-ci. Les fronts dominant au Nord la Croix-des-Boutières et formant à l'Est, vers Toureyre et Médille, le piédestal du Mézenc sont constitués par cette même roche. Près de la Croix-des-Boutières, elle est traversée par un filon de trachyte augitique et micacé ($\tau_{,-a}$) très remarquable par sa couleur noire, qui le fait ressembler à une andésite augitique.

Les coulées inférieures de ces andési-labradorites compactes, ainsi que la coulée de labradorite porphyroïde, qui se poursuit ici avec les caractères que nous lui avons vus tout à l'heure, sont coupés par un dyke de basalte franc, bleuâtre, rugueux, avec beaux péridots et des cavités tapissées d'hyalite et de zéolites. Cette roche contraste par sa fraîcheur avec les roches encaissantes (β^1).

Un nouveau terme apparaît ensuite. C'est le basalte prophyroïde ($\beta_{,}$), que nous allons voir tout à l'heure beaucoup plus développé.

Le ravin situé entre le hameau de Raffet et le Château est creusé dans une roche compacte se débitant en dalles sur plus de 50 mètres de hauteur. Je crois qu'il s'agit d'un dyke très épais de labradorite ou d'andésite augitique traversant les coulées dont je viens de parler. Sur la figure il n'est représenté que théoriquement, car sa direction est à peu près celle de la coupe elle-même.

Au basalte porphyroïde fait suite une coulée de labradorite compacte, qui est probablement la continuation du terme inférieur de la coupe précédente et qui repose elle-même sur les trachytes inférieurs ($\tau_{,-b}$).

Dans le profil du second plan, nous voyons le Pic de Graillouze constitué par un phonolite identique à celui du Mézenc. On peut le considérer soit comme un dyke indépendant, soit comme un lam-

beau se rattachant à cette montagne. Le phonolite repose ici sur un basalte porphyroïde ($\beta_,$) à très gros cristaux, semblable à celui du Cantal. Son épaisseur dépasse sur ce point 60 mètres.

La partie inférieure de cette belle coulée est en contact avec deux formations bien distinctes. A Raffet, elle repose, par l'intermédiaire de tufs basaltiques rouges très altérés, sur un basalte compacte ($\beta_{''}$), non moins altéré, se divisant en boules, avec enduits d'aragonite. Ce basalte repose lui-même directement sur le granite gneissique (γ, $\zeta_,$), qui forme une haute falaise au bas de laquelle coule le ruisseau de Saliouze

A 200 mètres à l'ouest de Raffet, au Cros, le basalte porphyroïde est en contact avec le trachyte ($\tau_{,-b}$). Les rapports de ces deux roches s'observent nettement au-dessus de la maison la plus orientale de Cros. Il ne paraît pas douteux que le basalte compacte ne soit situé au-dessous du trachyte.

Quand on remonte le lit du cours d'eau, à partir du confluent formé par le petit ruisseau qui descend de Palapos, on marche sur le granite gneissique sur une longueur de 5 ou 600 mètres. Puis, brusquement, apparaissent des brèches ignées grises, très hétérogènes, avec des cailloux de trachytes phonolitiques, d'andésites ou de labradorites augitiques et surtout de granite. Ces brèches (β^1) sont accompagnées de tufs rouges. Elles coupent le granite et le phonolite inférieur comme à l'emporte-pièce. Ces brèches représentent une cheminée volcanique d'âge postérieur à toutes les coulées que je viens d'énumérer.

Telle est la constitution géologique du cirque des Boutières qui résume à peu près complètement l'histoire volcanique du massif du Mézenc et où, si l'on excepte les phonolites, des roches basiques, allant par transitions insensibles des trachytes aux basaltes en passant par les andésites et les labradorites augitiques, jouent, en somme, le rôle prédominant.

Aux Estables, où le rassemblement devait se faire, la Société est montée en voiture pour se rendre au Monastier. Tandis que certains véhicules prenaient la route du plateau par Freycenet-Latour, d'autres, plus légers, s'engageaient sur le chemin très mal entretenu, pratiqué dans le flanc droit de la vallée de la Gazelle. Cet itinéraire est à recommander pour l'étude des coulées de basalte qui représentent, à la périphérie du Mézenc, les coulées d'andési-labradorites du centre du massif, et qu'on ne peut guère distinguer de ces dernières roches sans le secours du microscope. La route coupe cinq ou six de ces coulées superposées, alternant avec des tufs très

décomposés, d'un rouge vif. Le contact avec le granite a lieu, près de la Vacheresse, par l'intermédiaire d'une formation alluviale, argileuse et cinéritique avec empreintes de plantes.

Malheureusement la nuit arrive; on ne distingue plus aucun détail et c'est à la lumière des lanternes de nos voitures qu'une demi-heure plus tard nous échantillonnons la belle andésite augitique de Moulin-Béraud et que nous recueillons les cristaux d'hornblende, de pyroxène et d'andésine des tufs volcaniques de La Besseyre. Quelques minutes après nous sommes au Monastier.

COMPTE RENDU DE LA COURSE DU 20 SEPTEMBRE DU MONASTIER AU PUY,

par M. **Marcellin BOULE.**

Le programme de cette journée ayant été modifié d'un avis à peu près unanime, afin de nous permettre d'arriver au Puy de bonne heure et de nous préparer au départ matinal du lendemain, toute la première partie de l'excursion est abandonnée.

En attendant l'heure du déjeûner, la Société sort du Monastier, se dirige vers l'Ouest et bientôt elle arrive au col qui sépare les deux plateaux du Mont, ou de l'Herm, et du Monastier. De ce point, la vue est très belle sur la chaîne du Velay, en particulier sur les volcans basaltiques de Breysse. Près de nous les pentes ravinées de la vallée de la Gazelle nous montrent tantôt le granite, tantôt les argiles oligocènes et nous permettent de repérer facilement sur le terrain les failles tracées sur la carte géologique.

Les tables basaltiques du Monastier et du Mont appartiennent encore au Mézenc. Elles sont en continuité avec les coulées inférieures de ce massif. Elles reposent sur un terrain qui affleure de tous côtés : les sables et argiles à chailles déjà observés à Fay-le-Froid. Vinay avait signalé depuis longtemps dans ces chailles la présence de fossiles jurassiques. A la briqueterie Laroule, où la Société s'est rendue pour étudier ces curieux dépôts, nous avons pu constater la présence des chailles jurassiques et plusieurs de nos confrères y ont recueilli des fossiles, notamment une Posidonomye.

M. Kilian rappelle que cette espèce n'est autre que *Posidonomya alpina*, Gras, si répandue dans le Bajocien et le Callovien des Alpes. Le *P. alpina* existe aussi, mais moins abondamment dans l'Oolite bajocienne de Bayeux.

Une conversation a eu lieu, dans la carrière même, sur l'origine et l'âge des sables à chailles. M. Fabre a proclamé l'identité des roches jurassiques avec celles qu'il devait nous montrer quelques jours plus tard en place dans la Lozère. Lory, Grüner, etc., avaient autrefois admis que ces éléments provenaient de l'oolithe inférieure du Lyonnais. L'observation de M. Fabre, jointe à la dissémination de pareils dépôts sur beaucoup d'autres points du Plateau central, plus rapprochés de la Lozère que du Lyonnais, tendrait à les faire rapporter au Jurassique des Cévennes. Les silex et les calcaires siliceux ne sont pas toujours suffisamment roulés pour faire croire à un transport bien long. On est ainsi amené à penser que certaines régions du Massif central de la France, exclusivement constituées aujourd'hui par des terrains cristallins, ont été recouvertes de dépôts jurassiques enlevées par les érosions. M. Fabre a donné des preuves de ce fait pour le plateau du Palais du Roi dans la Lozère, dont la surface présente encore quelques petits témoins jurassiques se reliant aux couches régulières de la plaine de Montbel.

Quant à l'âge de ce terrain, on ne peut le fixer que d'une manière tout à fait approximative, en l'absence de documents paléontologiques.

Aux environs du Monastier, les argiles et les sables à chailles succèdent sans discontinuité appréciable aux argiles oligocènes. Il y a, entre ces deux formations, des ressemblances pétrographiques qui tiennent probablement à ce que l'une s'est faite, en grande partie, aux dépens des matériaux fournis par l'autre. Ces ressemblances sont si étroites que, sur les points où les deux terrains sont superposés, il est impossible de trouver la ligne de séparation. De sorte qu'on pourrait être tenté de croire que cette séparation n'existe pas en réalité et que les deux terrains passent l'un à l'autre sans discontinuité ou se confondent l'un dans l'autre. Mais les lambeaux de Freycenet-Latour, de Chaudeyrolles, de Séniérose, de Fay-le-Froid, situés sur le granite, nous montrent l'indépendance des sables et argiles à chailles s'affirmant par une transgression bien nette. Ce terrain est donc postérieur à l'Oligocène du Bassin du Puy.

D'un autre côté, il ne saurait être plus récent que le Miocène supérieur car il est dénivélé par les failles de cette époque.

Je suis conduit à le placer dans le Miocène supérieur parce que je lui trouve les plus grandes ressemblances avec les sables tortoniens à *Dinotherium* et *Hipparion* du Cantal. Les analogies pétrographiques sont très remarquables. La présence d'éléments basaltiques est un autre argument en faveur de la même vue. Nous savons bien que les premières éruptions du Velay remontent au Miocène supérieur mais rien ne nous autorise à croire qu'il y en ait eu de plus anciennes. Les sables argileux à chailles offriraient donc, avec certains basaltes miocènes du Velay, les mêmes rapports qui s'observent, dans le Cantal, entre le basalte du Puy-Courny et les sables à *Dinotherium*.

De la briqueterie, la Société se rend aux bords du ruisseau de Laussonne, à 800 mètres en amont de Molines, où l'Oligocène butte par faille contre le granite. Nous ne pouvons en effet quitter le pays sans jeter un coup d'œil sur la roche qui forme le piédestal du massif volcanique. Ce granite, qui occupe les deux tiers de la surface de la feuille du Puy, est caractérisé par de nombreuses enclaves de schistes cristallins et par l'abondance des produits de décomposition de la cordiérite. A ce propos. M. Michel-Lévy a exposé sur place des considérations intéressantes qu'il a bien voulu résumer de la manière suivante :

« Le granite à cordiérite que M. Boule a montré à la Société, m'a rappelé les associations identiques que présentent certains granites du Lyonnais et du Pilate. La cordiérite y apparaît dans les mêmes conditions, comme un résidu de la dissolution des gneiss à cordiérite par la roche granitique.

» L'exemple le plus probant de cet intéressant mécanisme de dissolution m'a été fourni par un contact visible, non loin du Bessat, à la descente sur Bourg-Argental. Les noyaux de cordiérite, encore alignés entre eux suivant la schistosité du gneiss encaissant, y sont entièrement empâtés dans un granite à grain assez fin, complètement dépourvu de schistosité propre. Le mica noir paraît s'écarter systématiquement des noyaux de cordiérite autour desquels le magma granitique décoloré ne se compose plus que de feldspath et de quartz.

» Ce mode d'empâtement rappelle les chapelets de noyaux phosphatés qui subsistent parfois dans les poches de limon décalcifié que l'on trouve à la surface du lias moyen de l'Auxois ; dans les deux cas, la dissolution de la roche englobante et son épigénie soit en limon, soit en granite, se sont faites parfois avec assez de

lenteur et de ménagements pour conserver leur place aux glandules qui ont résisté aux actions dissolvantes.

» L'assimilation par les granites des roches qui leur servent de salbandes est prouvée (1) par plusieurs autres phénomènes analogues et il semble bien que les granites se soient souvent fait place en transformant les schistes voisins. Dans cet ordre d'idées aucun exemple n'est plus frappant que celui des noyaux de cordiérite encore alignés, au contact des granites avec les gneiss chargés de ce minéral. »

Après le déjeûner, la Société part en voiture pour Le Puy. En traversant le ruisseau de Laussonne, nous quittons définitivement le massif du Mézenc pour rentrer dans le Bassin du Puy. A la Terrasse, les argiles oligocènes sont surmontées de quelques bancs calcaires, avec Limnées et Planorbes, qui sont la continuation des calcaires de Ronzon.

Cette localité est encore remarquable par des coulées scoriacées et des tufs volcaniques pléistocènes d'une grande fraîcheur. Ces basaltes récents ont coulé dans le fond de la vallée qu'encombrent également de grandes masses de basalte pliocène détachées du sommet des plateaux voisins.

Après avoir traversé la Loire à Coubon, nous observons d'autres produits volcaniques, scories et flots de laves, sortis du Mont-Jonet vers la même époque et disposés en placage sur le flanc gauche de la vallée de la Loire dont ils atteignent le fond.

En consultant la carte, nous remarquons que les dernières éruptions du Velay (Issarlès, La Terrasse, Mont-Jonet, Denise, Saint-Vidal) sont disposées en une traînée N.-O.-S.-E., parallèle à la chaîne du Velay et à un grand nombre de failles et autres accidents. Ces points éruptifs jalonnent probablement un système de fractures, les dernières qui aient servi de passage aux matières volcaniques.

Malgré leur position au fond des vallées, toutes ces coulées paraissent, au premier coup d'œil, plus anciennes que celles qui suivent, avec fidélité et sur un long parcours, les vallées de l'Auvergne et du Vivarais. Elles sont plus morcelées. Les parties scoriacées ont en grande partie disparu. Nous avons vu, dans notre première journée, que cette supposition est confirmée par les données paléontologiques.

Au col de Taulhac, la route coupe en tranchée la partie supérieure des sables et cailloux roulés à Mastodontes. De ce point, qui domine directement la vallée de la Loire, nous sommes admirablement

(1) Cf. Bull. service carte Géol. 1893, nº 36, Granite de Flamanville.

placés pour apprécier l'importance des changements topographiques survenus dans la contrée depuis le Pliocène moyen et le Pliocène supérieur. La Loire coule à nos pieds à un niveau inférieur de 170 mètres à celui du cours d'eau qui charriait, sur l'emplacement où nous sommes, les cailloux de phonolite arrachés aux cîmes que nous apercevons à l'horizon.

Sur l'invitation de M. Gosselet, M. Boule résume la succession des éruptions du Velay, afin de relier les courses faites aux environs du Puy avec les courses faites au Mézenc et au Mégal.

SUCCESSION DES ÉRUPTIONS VOLCANIQUES DU VELAY

par M. **Marcellin BOULE.**

(Pl. XX).

Les excursions que nous venons de faire nous ont permis d'apprécier l'importance de la série volcanique du Velay. Cette série comprend un grand nombre de termes marqués par des produits éruptifs de natures variées. Nous avons reconnu l'ordre de superposition de ces produits, leur répartition topographique, les rapports qu'ils présentent avec des formations fossilifères et, grâce aux données paléontologiques, nous avons pu fixer leur âge d'une façon aussi satisfaisante que possible, étant donné l'état actuel de nos méthodes chronologiques.

Il nous reste à résumer toutes ces observations.

La lecture de l'exposé qui va suivre sera facilitée par la pl. XX qui comprend deux coupes générales, en partie schématiques, légèrement sinueuses, pratiquées, la première, à travers le massif du Mézenc, la seconde, à travers le Bassin du Puy et la chaîne du Velay. On peut, par la pensée, placer ces deux coupes bout à bout et l'on aura une section générale complète de toute la province volcanique du Velay.

Les coulées volcaniques les plus anciennes sont formées par un basalte que nous avons étudié à Queyrières, dans le Mégal, au fond du cirque des Boutières et aux environs de Bonnefoi, dans le massif du Mézenc. J'ai longuement insisté, dans ma *Description géo-*

logique du Velay (1), sur les raisons qui doivent faire considérer cette roche comme datant du Miocène supérieur. J'ai montré que ces basaltes, très développés vers le Sud du massif du Mézenc, se relient à ceux des Coirons, qu'ils en sont le prolongement. Comme l'a dit plus haut notre savant confrère M. Termier, ce fait ne saurait être l'objet d'un doute. Les basaltes de la base de la série volcanique du Mézenc et ceux des Coirons appartiennent donc à la même époque. Or, l'âge des basaltes des Coirons est parfaitement établi par les découvertes de M. Torcapel. On sait que ce géologue a trouvé la faune de Mammifères de Pikermi dans des alluvions et des tufs sous-basaltiques renfermant eux-mêmes des éléments volcaniques.

J'ai découvert et étudié, dans le Mézenc, un certain nombre de dépôts fossilifères analogues à ceux des Coirons. Jusqu'à présent ces dépôts n'ont pas livré des ossements de Mammifères mais les empreintes de plantes que j'y ai recueillies dénotent une flore tout à fait semblable à celle qu'on trouve dans les formations à Mammifères fossiles des Coirons et qui a été étudiée par M. l'abbé Boulay.

Enfin il est bon de rappeler qu'on observe, à Fay-le-Froid, la présence de cailloux roulés basaltiques dans les sables à chailles, lesquels sont traversés par le système de failles qu'on rapporte, dans tout le Plateau central de la France, au Miocène supérieur.

Les éruptions de cette époque jouent dans tous les massifs volcaniques du Plateau central, un plus grand rôle qu'on ne l'avait supposé. Mes dernières explorations dans le Cantal me permettent de multiplier les coulées volcaniques miocènes dont mon excellent maître et ami M. Rames a été le premier à signaler des exemples. Je ne doute pas que dans le massif du Mont-Dore, où M. Michel Lévy les a fait connaître, ces éruptions ne soient également très répandues.

Il est d'ailleurs très naturel de constater positivement une étroite coïncidence entre le début de la grande période volcanique tertiaire et l'époque des grandes convulsions orogéniques qui ont édifié le Plateau central.

Immédiatement au-dessus du basalte miocène, viennent, dans le Velay, des produits d'épanchements trachytiques. A Queyrières, dans le Mégal, au fond du cirque des Boutières et à Bonnefoi dans le Mézenc, nous avons observé le trachyte directement superposé au basalte miocène et supportant tout le reste de la série. Mais grâce aux caractères pétrographiques assez particuliers de ces

(1) P. 111-119 et pl. XI, fig. 1.

trachytes inférieurs et grâce à certaines dispositions topographiques, nous avons pu leur rattacher un certain nombre de masses isolées, dykes ou coulées qu'on observe autour de Saint-Julien-Chapteuil (Suc de Monac, suc de Monedeyre, Mont-Chanis, etc.) ou au Mézenc (Dents du Mézenc, etc.). Ces éruptions trachytiques ont, par suite, une importance assez considérable.

La grande dispersion, l'isolement, le morcellement des masses de trachyte inférieur, la rareté des produits de projection me portent à croire qu'après la sortie de ces roches se place un intervalle de repos et de calme, d'assez longue durée.

Mais quand l'activité volcanique se réveilla, elle se manifesta avec une intensité extraordinaire. A cette nouvelle phase éruptive correspondent en effet, dans les montagnes orientales du Velay, une série de coulées entassées sur des épaisseurs pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres. Tous ces produits, parfois assez différents les uns des autres, ont pourtant entre eux des caractères communs et, qu'on me pardonne l'expression, comme un air de famille. Ce sont des roches noires ou de couleurs très sombres, riches en microlites d'augite, dont les éléments feldspathiques varient de l'oligoclase au labrador, offrant tous les passages entre les andésites augitiques franches, sans trace d'olivine, et les basaltes les plus basiques. Nous avons échantillonné des andésites augitiques, à Raffy, près de Queyrières, à Saint-Front, à Moulin-Béraud; des andési-labradorites et des labradorites à Queyrières et un peu partout au Mézenc; des basaltes compactes à Fay-le-Froid, à Bonnefoi, dans la vallée de la Gazelle, au Monastier, etc., des basaltes porphyroïdes, à la Jame, près de Queyrières, au fond du cirque des Boutières, à Bonnefoi. Nous avons pu observer que ces diverses espèces et variétés lithologiques ne se retrouvent pas toujours dans le même ordre; qu'elles alternent d'une façon assez irrégulière. Le basalte porphyroïde, par exemple, occupe deux niveaux, dans cette série complexe. Tantôt (cirque des Boutières) il est tout à fait à la base, tantôt (La Jame, Bonnefoi) il est tout à fait au sommet. Les andésites, les labradorites et les basaltes compactes sont encore plus irrégulièrement distribués ; on peut toutefois remarquer que les andésites et les labradorites dominent dans la région centrale du massif et que ces roches sont peu à peu remplacées à la périphérie par les basaltes.

La sortie de ces diverses roches fut suivie de près par l'épanchechement d'un trachyte augitique que nous avons vu former, sur divers points du massif du Mézenc, des coulées peu épaisses mais

largement étalées sur de grandes surfaces. Ces *trachytes supérieurs* se rattachent à la série des andésites augitiques et des labradorites par leurs caractères physiques et ils n'en diffèrent guère, au point de vue minéralogique, que par la nature plus acide de leurs feldspaths.

Il faut insister sur l'unité de cette série éruptive comprise entre les trachytes inférieurs et les phonolites, unité qui ressort à la fois de la composition minéralogique, du cachet pétrographique, de la stratigraphie et de la répartition des coulées. Cette phase d'activité volcanique a dû être à peu près continue, sans grands intervalles de repos, l'expression étant prise évidemment dans le sens géologique. Partout où on les observe, les déjections qui lui correspondent sont régulièrement superposées : les laves compactes alternent avec des lits de projections que les érosions n'ont pas eu le temps d'enlever. Mais il ne faudrait pas croire pour cela que cette phase a été de courte durée. Sur certains points, les coulées superposées, au nombre d'une dizaine environ, atteignent une épaisseur totale de 300 et même de 400 mètres ! Malgré les caractères qu'elles présentent en commun, les variations pétrographiques de ces coulées indiquent plusieurs changements dans le régime du grand volcan du Mézenc au cours de cette période.

Le calme régna ensuite pendant longtemps dans le Velay. L'érosion entama profondément les grands champs de lave dont je viens de parler. Des vallées furent creusées, avant le réveil des feux souterrains, au milieu des coulées anciennes et les nouveaux épanchements volcaniques se firent souvent dans le sein même de ces vallées, de sorte que nous constatons aujourd'hui une discordance générale très nette entre les produits de ces épanchements et ceux de la série précédente.

Ce nouvel épisode fut marqué par la sortie des phonolites. Je ne reviendrai pas ici sur ces roches qui donnent au Velay sa caractéristique si forte et si curieuse. Je n'énumèrerai pas les exemples de dykes ou de coulées que la Société a étudiés, car cette énumération serait trop longue. J'appellerai simplement l'attention sur le cachet tout à fait spécial et sur l'isolement dans le temps de cette phase d'activité volcanique.

De même, nous venons de le voir, qu'elle a succédé à un long intervalle de repos, de même après le paroxysme qui édifia les montagnes phonolitiques, il y eut une grande période de tranquillité pendant laquelle les agents atmosphériques dégradèrent toute la contrée volcanique. Ainsi que l'a si bien fait observer M. Termier,

c'est pendant cette période de tranquilité que la vallée de Recharenge fut creusée dans la masse des phonolites et des laves plus anciennes sur une profondeur d'au moins 300 mètres. Je pourrais citer un grand nombre d'exemples analogues.

Les massifs volcaniques du Mégal et du Mézenc étaient donc déjà démantelés, ruinés en partie quand eurent lieu de nouvelles éruptions, de sorte que celles-ci furent d'une nature toute différente. Une foule de petits volcans basaltiques s'établirent un peu partout à la surface de tout le district volcanique, encombrant les vallées ou couronnant les plateaux. Leurs laves constituent le *basalte semi-porphyroïde*, qui se reconnaît toujours facilement et que nous avons étudié en plusieurs endroits, notamment sur les plateaux qui séparent le Mégal du Mézenc. Quant aux produits de projection, aux cônes de scories, l'érosion les a fait disparaître presque en totalité et ce seul fait dénote la grande antiquité de ces éruptions.

Si nous laissons de côté quelques rares lambeaux basaltiques sur l'âge desquels nous n'avons aucune donnée et qui sont peut-être un peu plus récents, nous pouvons dire que c'est par la sortie du basalte semi-porphyroïde que la partie orientale du Velay, c'est-à-dire les massifs du Mégal et du Mézenc, ont épuisé leur activité volcanique.

Quel est l'âge des divers produits éruptifs dont nous venons d'établir la succession ? Nous avons vu que les plus anciens datent du Miocène supérieur. A quelle époque correspondent les plus récents ? Tous ceux de nos confrères qui m'ont fait l'honneur de suivre les excursions autour du Puy savent que la réponse à cette question est facile. Ils savent que toutes les espèces et variétés lithologiques que nous avons reconnues au Mézenc se trouvent à l'état de cailloux roulés, dans les *sables à Mastodontes*. Ils ont pu recueillir eux-mêmes des échantillons sur plusieurs points, à Ceyssac, à Vals, à Polignac, etc. Dans ma *Description géologique du Velay*, j'ai considéré les sables à Mastodontes du Velay comme étant du Pliocène moyen. Cette manière de voir a été attaquée par M. Depéret. J'ai donné plus haut, dans ma réponse à ce savant, les raisons qui me font maintenir mon opinion de la façon la plus formelle.

Je ferai observer que c'est dès la base même des Sables à Mastodontes (à Laval, par exemple), dont l'épaisseur dépasse 100 mètres sur plusieurs points, qu'on observe, à l'état détritique, les roches du Mézenc. De sorte que *toutes les éruptions volcaniques des montagnes orientales du Velay sont encadrées entre deux formations fossi-*

lifères, l'une du Miocène supérieur, l'autre du Pliocène moyen. On peut donc les rapporter au Pliocène inférieur.

Je ne m'explique pas qu'en présence de constatations aussi claires, constatations qu'il a pu faire lui-même avec tous ses confrères, M. Depéret ait pu déclarer que nous n'avions aucun moyen de préciser l'âge des éruptions du Mégal et du Mézenc. Je ne sache pas, en effet, que malgré les grands et consciencieux efforts de beaucoup de savants, au nombre desquels il faut comprendre M. Depéret, on ait réussi à distinguer plusieurs niveaux dans les divers étages du Pliocène. Dès lors je ne vois pas comment on pourrait arriver à une plus grande précision.

On peut simplement faire quelques remarques intéressantes. Il est probable, par exemple, que beaucoup de basaltes attribués par M. Termier et par moi au Pliocène inférieur, faute de preuves suffisantes, doivent être rapportés au Miocène supérieur. Les basaltes miocènes n'ont pu être déterminés, comme tels, que dans la région du Mézenc qui confine à l'origine du Plateau des Coirons ou bien quand nous les avons vus supportant le trachyte inférieur. Mais beaucoup de coulées inférieures, reposant directement sur le granite, sont peut-être de la même époque. On pourrait être tenté, par analogie avec ce qu'on observe au Cantal et peut-être aussi au Mont Dore, de regarder également comme antérieurs au Pliocène les trachytes inférieurs. Nous avons vu, en effet, qu'un intervalle de repos considérable semble avoir séparé l'éruption de ces trachytes de l'éruption des laves augitiques.

Entre la sortie de celles-ci et la poussée phonolitique, nous avons constaté un nouvel intervalle de repos, marqué par des ravinements considérables. Cette considération, jointe au désir de tenir compte des vues de M. Depéret sur l'âge des diverses faunes de Mammifères pliocènes, m'avait engagé, lors de la publication de mon mémoire descriptif, à considérer les phonolites comme datant de la première partie du Pliocène moyen, parce que je regardais les alluvions à Mastodontes du Velay comme représentant simplement la partie supérieure de cette division (1). Aujourd'hui je serais d'une opinion un peu différente. Mais ce n'est là qu'une question d'accolade à laquelle je n'attache pas grande importance.

Enfin, les basaltes semi-porphyroïdes peuvent être rapportés avec sûreté au Pliocène moyen. Il est bien vrai qu'on en trouve déjà quelques débris dans les sables à Mastodontes, mais ces débris

(1) C'est ainsi que sur la carte les phonolites sont désignés par le signe φ^0 la notation *zéro* s'appliquant au Pliocène moyen.

sont relativement rares; nous savons d'ailleurs qu'une grande période de tranquilité sépare la consolidation des produits phonolitiques de l'établissement des volcans basaltiques du Mézenc et du Mégal; j'ai fait remarquer plus haut qu'à cette période de tranquillité correspond le creusement de profondes vallées. Ce sont les matériaux enlevés à la montagne pendant cette époque qui sont venus s'accumuler dans le bassin du Puy et y former les Sables à Mastodontes. Les basaltes semi-porphyroïdes se relient, en effet, stratigraphiquement et minéralogiquement aux basaltes intercalés dans la formation alluviale du Pliocène moyen.

Ces basaltes semi-porphyroïdes, les derniers produits éruptifs du Mézenc et du Mégal, servent donc de trait-d'union entre ces massifs et la partie occidentale du Velay, où les manifestations volcaniques, à peu près inconnues jusqu'au Pliocène moyen, vont se manifester avec violence à partir de cette époque.

Nos courses aux environs de Puy nous ont permis de constater l'importance des formations du Pliocène moyen et la variété des phénomènes qui se sont succédé pendant cette époque. Nous avons étudié à Ceyssac, à Vals, à Denise, à Polignac, à Cheyrac, dans l'intérieur même de la ville du Puy, des alternances nombreuses de sables et graviers fossilifères du Pliocène moyen avec des coulées de basalte compacte et avec des amas de projection qui forment les brèches basaltiques connues de tout le monde. En même temps que nous nous rendions compte de l'unité de cet ensemble, de la liaison intime de toutes ces formations, nous avons cherché à relier entre eux tous ces rochers isolés, ces escarpements ruiniformes de brèches. Nous avons pu reconstituer, par la pensée, les vieux volcans du Pliocène moyen et l'aspect que présentait à cette époque la région du Puy.

A la fin du Pliocène moyen, tout le bassin du Puy se trouva comblé par cet ensemble de formations sédimentaires et de formations volcaniques. Le déblaiement et le creusement des vallées actuelles furent l'œuvre du Pliocène supérieur et, pendant toute cette époque, la période des grandes éruptions basaltiques, inaugurée dès le Pliocène moyen, continua à régner dans le bassin du Puy et dans la chaîne occidentale du Velay ou chaîne du Devès. Il est donc parfois difficile de distinguer exactement ce qui revient à la partie supérieure du Pliocène de ce qui revient à la partie moyenne. Mais la stratigraphie et la paléontologie s'accordent pour démontrer que le plus grand nombre des volcans de la chaîne du Devès ne datent que

du Pliocène supérieur. A cette époque les Mastodontes, les Tapirs, les Antilopes avaient disparu du Plateau central. L'Eléphant méridional régnait au milieu d'une faune différente de celle des Sables à Mastodontes. On trouve ses débris un peu partout dans les tufs volcaniques, les alluvions et les divers dépôts d'atterrissement du Pliocène supérieur. Nous avons observé à Denise une formation bien intéressante qui a livré de beaux restes de l'énorme Proboscidien. Or, la Société a pu se convaincre que cette formation, constituée par des brèches et des tufs plus ou moins remaniés, mais d'origine volcanique, est en stratification nettement discordante avec les formations du Pliocène moyen. Elle a pu se rendre compte des changements topographiques survenus dans la contrée entre l'époque des Mastodontes ou du Pliocène moyen et l'époque de la faune à *Elephas meridionalis*. La montagne de Denise n'existait pas au Pliocène moyen ; elle était rattachée aux accidents topographiques environnants, notamment au rocher de Polignac. Son isolement, par le jeu des érosions, s'est effectué avant la formation des tufs à *Elephas meridionalis*, puisque ceux-ci la revêtent de tous côtés d'un placage qui arrive très près du fond des vallées actuelles.

Les géologues qui se basent sur l'étude des dépôts marins, notamment M. Depéret, ont cru pouvoir déclarer que le Pliocène supérieur, y compris ce que je considère comme appartenant au Pliocène moyen, ne représente qu'une partie relativement peu importante du Pliocène. Le seul argument qu'ils aient fourni à l'appui de cette hypothèse est tiré de l'épaisseur des dépôts marins du Pliocène. Mais, pour ne citer qu'un exemple, plus familier que tout autre à M. Depéret, nous voyons que l'ensemble des dépôts marins du Roussillon, appartenant au Pliocène inférieur et au Pliocène moyen de M. Depéret, n'ont qu'une épaisseur totale de 80 mètres (1). Et comment peut-on démontrer que le laps de temps correspondant à ces dépôts est plus grand que le laps de temps correspondant, soit à nos 120^{m} de sables à Mastodontes (Pliocène moyen), soit au creusement d'un système de vallées profondes de 250^{m} (Pliocène supérieur) ? Les quelques observations que nous possédons sur la vitesse de formation des dépôts marins, dans les conditions topographiques où se trouvait le golfe pliocène du Roussillon, sont loin d'appuyer de tels raisonnements ; elles sont plutôt de nature à les combattre.

Je crois que tous les géologues ayant étudié les massifs volcani-

(1) Depéret, *Thèse* p. 88.

ques du Centre de la France sont convaincus de la grande durée des temps géologiques qui correspondent au développement de la faune à *Elephas meridionalis* et plus encore de ceux qui correspondent à la faune des Mastodontes. Pour ma part, je vois, dans la succession des événements qui ont marqué le Pliocène, une concordance parfaite entre les divisions qu'on peut établir d'après l'évaluation de la durée de ces événements et la succession des diverses faunes de Mammifères, et c'est encore une raison de plus pour me faire conserver les divisions que j'ai adoptées dans l'exposé de mes recherches.

Je n'ai plus qu'à ajouter quelques mots pour compléter l'histoire chronologique des éruptions du Velay. Nous avons observé, dans nos courses, un certain nombre de coulées basaltiques disposées en terrasses sur le flanc des vallées et marquant ainsi les diverses étapes du creusement de ces vallées.

Enfin, certaines coulées (Orgues d'Espaly, Mont-Jonet, la Terrasse, Saint-Vidal, etc.) arrivent jusqu'au fond des vallées. Le gisement fossilifère des Rivaux, au pied de la montagne de Denise, nous a permis de fixer l'âge de ces éruptions, lesquelles sont postérieures au Pliocène supérieur et antérieures à cette faune du Quaternaire que caractérisent l'association de l'*Elephas primigenius*, du *Rhinoceros tichorhinus* et du Renne. A en juger par la découverte qui fit tant de bruit dans la science, l'Homme paraît avoir été le témoin des dernières convulsions volcaniques du Velay.

Tel est le tableau que, dans l'état actuel de la science, on peut tracer des éruptions volcaniques du Velay et de leur chronologie. J'aurais voulu le faire plus complet, j'aurais désiré *préciser* certains traits, de manière à satisfaire toutes les exigences. Mais qui saurait avoir la prétention de dire le dernier mot sur des questions aussi difficiles ?

M. **Fabre** expose les grands traits orographiques de la région que la Société doit visiter dans les départements de la Lozère et de l'Ardèche. Cette région fait partie du grand *horst* du Massif central de la France, c'est même la partie de ce *horst* où les roches cristallines ont été portées aux plus grandes hauteurs par suite du jeu des failles d'âge tertiaire.

Le gneiss et les micaschites y sont visiblement antérieurs à la venue des trois larges épanchements granitiques qui forment les

massifs de la Margeride (1554^m), du Mont Lozère (1702^m) et de l'Aigoual (1567^m). Reliant entre elles ces hautes montagnes aplaties au relief usé, s'étendent des régions plus basses ; l'une, gneissique et peu érodée, constitue, aux sources de l'Allier, le *haut Gévaudan*, que la Société doit traverser ; l'autre, schisteuse et profondément creusée par les innombrables sources du Gardon, c'est *la Cévenne* ; la troisième, enfin, comprend le curieux pays des *Causses* calcaires, ancien golfe jurassique comblé par les sédiments.

La Société aura à visiter en détail le fond de ce golfe ; elle pourra voir les témoins de son extension ancienne vers l'Est et les traces de son ancienne jonction avec le bassin du Rhône.

M. **Boule** invite les Membres de la Société à se partager une collection de petites concrétions de silex résinite connues sous le nom de « dragées de Glavenas » et que M. Vernières met à leur disposition.

M. **Marcel Bertrand** informe la Société que M. Termier est d'accord avec les membres qui l'ont suivi dimanche dernier à Saint-Pierre-Eynac pour considérer l'Oligocène de cette localité comme un dépôt de rivage. Il désire qu'il en soit fait mention au procès-verbal.

M. **Hedde**, au nom de ses compatriotes qui ont pris part aux excursions, remercie la Société, et particulièrement M. Boule, de les avoir accueillis avec tant de cordialité.

Séance du 23 Septembre 1893, à Bagnols-les-Bains

PRÉSIDENCE DE M. BOULE.

La séance est ouverte à huit heures et demie, dans une des salles de l'Hôtel des Bains.

COMPTE-RENDU DE L'EXCURSION DU 21 SEPTEMBRE 1893 DU PUY A LANGOGNE

par M. **Marcellin BOULE.**

Les Membres de la Société géologique qui ont pris part à la Réunion du Puy m'en voudraient certainement si je ne consacrais

quelques mots, au début de ce compte-rendu, à un évènement qui, pour n'être pas d'une nature purement géologique, n'a pas moins laissé parmi nous le plus agréable souvenir. Je veux parler de la belle et cordiale réception de la ville du Puy. Qu'il me soit permis de renouveler ici tous nos remerciements à M. le Maire et à ses collègues pour l'agréable soirée qu'ils nous ont offerte. Ils ont tenu à montrer, pour la seconde fois, à la Société géologique de France, que non-seulement la ville du Puy est une des plus pittoresques du monde entier, mais qu'elle est une des plus éclairées et des plus hospitalières. Je tiens à remercier également la *Société scientifique et agricole de la Haute-Loire*, qui a fait hommage à chacun de nous d'un exemplaire du joli *Guide* préparé et édité par ses soins.

Bien que la soirée se fût prolongée fort tard, la Société quittait le Puy le lendemain matin, 21 septembre, à 5 heures du matin et s'embarquait en chemin de fer pour Rougeat.

Après avoir décrit une forte courbe qui permet d'admirer, de divers côtés, le panorama de la ville du Puy et des environs, la ligne traverse la Borne à Espaly et remonte la vallée sur le flanc gauche, en contre-bas des formations volcaniques de Denise et de Sainte-Anne. Des tranchées et de nombreux escarpements naturels fournissent de belles coupes dans les argiles oligocènes. Aux Estreys, près de Saint-Vidal, la vallée est barrée, d'une façon très pittoresque, par une grande masse de basalte quaternaire, que le chemin de fer traverse en tunnel.

A Borne, où elle quitte la rivière du même nom pour s'élever sur les plateaux basaltiques, les sables pliocènes sont très développés et de la portière des wagons, nous pouvons observer plusieurs affleurements. A Darsac, la pluie fine, qui tombe depuis notre départ du Puy, cesse momentanément; nous jouissons d'une vue caractéristique des champs de basalte de la chaîne du Velay, tandis qu'à l'horizon, vers l'Est, nous apercevons, pour la dernière fois, les silhouettes des montagnes du Mézenc et du Mégal, finement découpées sur un fond de gros nuages qu'illuminent les clartés d'une aurore naissante.

A Fix-Saint-Geneys, nous franchissons la ligne de partage des eaux de la Loire et de l'Allier par un long tunnel creusé dans les gneiss granulitiques avec très beaux cristaux de grenat.

La voie contourne ensuite le Mont Briançon, grand volcan basaltique parfaitement conservé.

Nous arrivons à Rougeat ; au sortir de la station, nous observons

Note de Mr M. Boule

Bull. Soc. Géol. de France

3e Série, T. XXI, Pl. XVII



Procédé De G. Pilarski

Jackson phot

Rocher de Polignac

Note de Mr M. Boule

Bull. Soc. Géol. de France 3e Série, T. XXI, Pl. XV



Rocher de Ceyssac

Note de Mr M. Boule



Procédé De G. Pilarski

Jackson, phot.

Coulée basaltique de la Croix-de-Paille et Orgues d'Espaly

Note de Mr M. Boule

Bull. Soc. Géol. de France

3e Série, T. XXI, Pl. XVIII



Procédé De G. Pilarski

Jackson, phot.

Le Mézenc vu de la maison forestière

EXTRAIT DU RÈGLEMENT CONSTITUTIF DE LA SOCIÉTÉ

APPROUVÉ PAR ORDONNANCE DU ROI DU 3 AVRIL 1833

Art. III. — Le nombre des membres de la Société est illimité (1). Les Français et les Etrangers peuvent également en faire partie. Il n'existe aucune distinction entre les membres.

Art. IV. — L'administration de la Société est confiée à un Bureau et à un Conseil, dont le Bureau fait essentiellement partie.

Art. V. — Le Bureau est composé d'un président, de quatre vice-présidents, de deux secrétaires, de deux vice-secrétaires, d'un trésorier, d'un archiviste.

Art. VI. — Le président et les vice-présidents sont élus pour une année ; les secrétaires et les vice-secrétaires, pour deux années ; le trésorier, pour trois années ; l'archiviste, pour quatre années.

Art. VII. — Aucun fonctionnaire n'est immédiatement rééligible dans les mêmes fonctions.

Art. VIII. — Le Conseil est formé de douze membres, dont quatre sont remplacés chaque année.

Art. IX. — Les membres du Conseil et ceux du Bureau, sauf le président, sont élus à la majorité absolue. Leurs fonctions sont gratuites.

Art. X. — Le président est choisi, à la pluralité, parmi les quatre vice-présidents de l'année précédente. Tous les membres sont appelés à participer à son élection, directement ou par correspondance.

Art. XI. — La Société tient ses séances habituelles à Paris, de novembre à juillet (2).

Art. XII. — Chaque année, de juillet à novembre, la Société tiendra une ou plusieurs séances extraordinaires sur un des points de la France qui aura été préalablement déterminé. Un Bureau sera spécialement organisé par les membres présents à ces réunions.

Art. XIV. — Un *Bulletin* périodique des travaux de la Société est délivré gratuitement à chaque membre.

Art. XVII. — Chaque membre paye : 1° un droit d'entrée ; 2° une cotisation annuelle. Le droit d'entrée est fixé à la somme de 20 francs. Ce droit pourra être augmenté par la suite, mais seulement pour les membres à élire. La cotisation annuelle est invariablement fixée à 30 francs. La cotisation annuelle peut, au choix de chaque membre, être remplacée par le versement d'une somme fixée par la Société en assemblée générale. *(Décret du 12 décembre 1873).* (3).

(1) Pour faire partie de la Société, il faut s'être fait présenter dans l'une de ses séances par deux membres qui auront signé la présentation, avoir été proclamé dans la séance suivante par le Président, et avoir reçu le diplôme de membre de la Société *(Art. 4 du règlement administratif).*

(2) Pour assister aux séances, les personnes étrangères à la Société doivent être présentées chaque fois par un de ses membres. (*Art. 42 du règlement administratif.*)

(3) Cette somme a été fixée à 400 francs (*Séance du 20 novembre* 1871).

TABLEAU INDICATIF DES JOURS DE SÉANCE

ANNÉE 1894

Les séances se tiennent à 8 heures 1/2 du soir, rue des Grands-Augustins, 7

Les 1er et 3e lundis de chaque mois.

Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Novembre	Décembre
8	5	5	2	7	4	5	3
		19					
22	19	29*	16	21	28	19	17

Séance générale annuelle à 3 heures, le Jeudi 29 Mars.

La bibliothèque est ouverte tous les jours, de 1 heure à 6 heures.

COMPOSITION DU BUREAU DE LA SOCIÉTÉ

POUR L'ANNÉE 1894

Président : M. GOSSELET.

Vice-Présidents :

M. LINDER. | M. BOULE. | M. FABRE. | M. HAUG.

Secrétaires :
M. CAYEUX, pour la France.
M. L. BERTRAND, pour l'Etranger.

Vice-Secrétaires :
M. GENTIL.
M. GLANGEAUD.

Trésorier : M. L. JANET. | *Archiviste* : M. Em. DE MARGERIE.

Membres du Conseil :

M. GAUDRY.
M. MUNIER-CHALMAS.
M. COTTEAU.
M. PELLAT.
M. MICHEL LÉVY.
M. DOUVILLÉ.
M. DE LAPPARENT.
M. BERGERON.
M. SCHLUMBERGER.
M. ZEILLER.
M. CAREZ.
M. VÉLAIN.

NOTES & MÉMOIRES INSÉRÉS DANS LES FEUILLES 32-39 (T. XXI).

M. BOULE et FABRE. — *Programme des excursions de la Réunion extraordinaire* 496
M. BOULE. — *Aperçu général sur la géographie physique et la géologie du Velay* 499
Id. *Compte rendu de l'excursion à Ronzon, Espaly, Ceyssac et Vals* 504
Id. *Compte rendu de l'excursion à Denise, Polignac, Vialette, etc* 515
DEPÉRET. — *Note sur la succession stratigraphique des faunes de Mammifères pliocènes d'Europe et du Plateau central en particulier* 524
M. BOULE. — *Réponse à M. Depéret sur la classification des faunes de Mammifères pliocènes et sur l'âge des éruptions volcaniques du Velay* 540
Id. *Compte rendu de la course à Brives, Blavozy, Le Pertuis.* 550
TERMIER. — *Compte rendu de la course du Pertuis à Saint-Julien-Chapteuil* 554
Id. *Compte rendu de la course de Saint-Julien-Chapteuil à Boussoulet, par Queyrières et le Mégal* 565
M. BOULE. — *Compte rendu de la course de Boussoulet à Fay-le-Froid* 576
TERMIER. — *Compte rendu de la course de Fay-le-Froid au Mézenc* ... 578
Id. *Compte rendu de la course du Mézenc aux Estables* 588
M. BOULE. — *Compte rendu de la course au Mézenc et au cirque des Boutières* 595
Id. *Compte rendu de la course du Monastier au Puy* 602
Id. *Succession des éruptions volcaniques du Velay* 606
Id. *Compte rendu de l'excursion du Puy à Langogne* 615

Le Secrétaire-Gérant,
L. CAYEUX.

Lille · Imp. LE BIGOT frères.